# Chemische Untersuchungen über den Löß der Pampas-Formation Argentiniens.

---

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

Naturwissenschaftlich-Mathematischen Fakultät

der

Albert-Ludwigs-Universität

zu

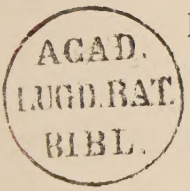
Freiburg im Breisgau

von

**Paul Werling**

aus

**Luxemburg.**




**Freiburg i. B.**
Speyer & Kaerner, Universitätsbuchhandlung.
1911.

Dekan:

**Geh. Rat Prof. Dr. Himstedt.**

Referent:

**Prof. Dr. Gattermann.**

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545315_0103

Zwischen den Anden und dem Rio de la Plata, umgrenzt von dem Coloradofluß, den Sierren Velasca und de la Huerta, dem Rio Saladillo und dem unteren Salado, dem Rio Paraná und der Küstenlandschaft der Provinz Buenos-Aires, dehnen sich jene großen, grasbedeckten, baumlosen Steppen aus, die nach der Sprache der Quichua-Indianer „Pampas“ benannt worden sind. Fast vollkommen flach, nur von wenigen Hügelketten, den sogenannten „pampinen Sierren“, durchzogen, bilden die Pampas ein wasserarmes, mit einer eigentümlichen Vegetation, dem Pampas- oder Silbergras, bedecktes Gebiet, in dem vielfach im Sommer zum Teil austrocknende Salz- und Süßwasserseen auftreten. Seit dem Eindringen europäischer Pflanzen wird es auch als Schaf- und Rindviehweide (pastos blandos) benutzt, während es in früheren Zeiten bloß als Pferdeweide (pastos duros) nutzbar war.

Unter der oberflächlichen, 30—60 cm dicken Humusschicht dieser Weideflächen tritt eine eigenartige geologische Bildung auf, die unter dem Namen „Pampas-Formation“ oder „Pampas-Ton“ bekannt ist und von den meisten Geologen kurzweg als „Löß“ bezeichnet wird, während andere darin nur einen „lößähnlichen Ton“ sehen wollen, der seiner Entstehung nach von dem echten Löß, wie er in Ostasien und Europa sich vorfindet, wesentlich verschieden sei.

Die Pampas-Formation besteht aus einer mehrere Meter mächtigen Schicht eines sandigen Tones oder Mergels von teils graugelber, teils rötlichbrauner Färbung.

Diese sich über das gesamte Pampas-Gebiet gleichmäßig ausdehnende Bildung wird jetzt allgemein als eine tertiäre und diluviale Ablagerung angesprochen. In ihr finden sich in verschiedenen Tiefen größere und kleinere Knollen von eigentümlicher Form, die in der Hauptsache aus kohlensaurem Kalk bestehen. Man nennt sie, gleich den entsprechenden Vorkommnissen im echten Löß, „Tosca“ (Lößkindl). Besonders in größeren Tiefen wachsen diese Knollen zu bedeutender Größe an oder vereinigen und häufen sich zu regelrechten Kalkbänken.

Wenn schon die Pampas-Formation Argentiniens mit Bezug auf ihre geologische Bildung das Interesse der Naturforscher geweckt hatte, so galt dies in verstärktem Maße den vielen fossilen Funden, die aus ihr zutage gefördert wurden, welche die Anthropologen auf eine neue aussichtsreiche Fährte zu bringen schienen, deren Ziel: den Nachweis des tertiären Menschen in Südamerika man einen Augenblick erreicht zu haben glaubte.

So sind die Pampas zu verschiedenen Zeiten und von den verschiedensten Gelehrten bereist und durchforscht worden, und aus den Veröffentlichungen ihrer Beobachtungen ist über die Paläontologie und Geologie der Pampas-Formation eine umfangreiche Literatur entstanden, für welche Ameghino, Bravard, Burckhardt, Burmeister, Darwin, Doering, v. Ihering, Lehmann-Nitsche, d'Orbigny, Santiago Roth, Steinmann die wichtigsten Namen bedeuten[1].

Wie jedoch Lehmann-Nitsche hervorhebt, bestehen zwischen den Ansichten dieser verschiedenen Forscher vielfache Widersprüche und Uneinigkeiten; namentlich ist es das Alter und die Bildungsweise der

[1] Robert Lehmann-Nitsche: „Nouvelles recherches sur la formation Pampéenne et l'homme fossile de la république Argentine.“ (Revista del Museo de la Plata 14, 143. 1907.) Hier ist die ältere Literatur ausführlich berücksichtigt.

Pampas-Formation, die zu den verschiedensten Auffassungen Anlaß gab.

So hielten Darwin, d'Orbigny, Doering und v. Ihering den Pampas-Lehm für einen Meeresabsatz, während Burmeister ihn durch Regengüsse und Überschwemmungen zusammengeschwemmt glaubte, und andere, wie Bravard, eine äolische Bildung annahmen. Wieder andere, wie Ameghino und Santiago Roth, verbinden die Ansichten von Bravard und Burmeister und nehmen dazu noch die Einflüsse von Erderschütterungen und der Vegetation zu Hilfe, so daß die Pampas-Formation aus dem Zusammenwirken der verschiedensten Kräfte entstanden zu sein scheint.

Dieser Ansicht pflichtet auch Karl Burckhardt bei, der mit Santiago Roth und Lehmann-Nitsche gemeinsam die fraglichen Schichten untersuchte. Santiago Roth veröffentlichte im Jahre 1888 seine „Beobachtungen über Entstehung und Alter der Pampas-Formation Argentiniens“ [1]. Er unterschied zum erstenmal im Pampas-Ton mehrere übereinanderliegende Bildungen, die er als „untere, mittlere und obere Pampas-Formation“ bezeichnete und die er an manchen Stellen deutlich voneinander geschieden fand, während an andern der Übergang von einer Schicht in die andere verwischt und allmählich verlaufend erschien.

Durch die interessanten Fossilfunde von Santiago Roth angeregt, veranlaßte der Vorstand der anthropologischen Abteilung des Museo de la Plata, Robert Lehmann-Nitsche, eine weitere Forschungsreise nach dem gleichen Gebiet, und brach im November 1899 in Begleitung des Geologen Karl Burckhardt und unter Führung von Santiago Roth zu jener neuen und eingehenden Untersuchung des von Roth schon besuchten rechten Paraná-Ufers auf, deren Ergebnisse

[1] Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 40 375 (1888).

er acht Jahre später in Gemeinschaft mit Burckhardt in einer ausgedehnten anthropologisch-geologischen Studie veröffentlichte. Von dieser Reise stammt das Material her, das den nachfolgenden chemischen Untersuchungen zugrunde liegt.

Obgleich diese Forschungsfahrt nun nicht von dem erhofften Erfolg gekrönt wurde, indem eine endgültige Lösung der Streitfragen, die sie veranlaßt hatten, nicht erreicht wurde, und Lehmann-Nitsche selbst die anthropologischen Ergebnisse als unbedeutend bezeichnet, so brachten doch die eingehenden geologischen Untersuchungen die Frucht einer neuen, gründlichen Kenntnis der Pampas-Formation jener Gegenden, aus der für die Beurteilung der früheren Schädelfunde von Santiago Roth und anderen die Möglichkeit neuer, wichtiger Schlußfolgerungen hervorging.

In geologischer Beziehung war das erste Ergebnis der Untersuchungen von Burckhardt das Fallenlassen der alten Rothschen Einteilung in „obere, mittlere und untere Pampas-Formation“, da zur Zeit der gemeinsamen Untersuchungen die angebliche „untere Schicht“ bei dem hohen Wasserstande des Rio Paraná nicht zu sehen war und es überdies wahrscheinlich erschien, daß Santiago Roth früher den roten Mergel der guaranitischen Formation als Pampas-Ton angesehen habe, wie dies schon von Steinmann und Borchert angenommen worden war. Dafür schlägt Burckhardt die neuen Bezeichnungen „gelber Löß“ und „brauner Löß“ vor, wovon der erstere der Rothschen oberen Pampas-Formation entspricht, während der braune Löß der mittleren Pampas-Formation gleichzusetzen ist. Dabei betrachtet er, wie gesagt, das ganze Gebilde der Pampas-Formation als „Löß“, der teils vom Winde, teils vom Wasser zusammengetragen sei.

Bekanntlich bezeichnet man als „Löß“ jenes feinsandige, graugelbe oder ockergelbe, bisweilen rehbraune

und dann lehmartige Gebilde, das sich besonders in Ostasien, im Rhein- und Donautal, aber auch sonst in weiten Flußtälern und auf den Abdachungen von Gebirgen und Hügeln in Schichten von oft beträchtlicher Höhe abgelagert findet. Dieser Löß besteht der Hauptsache nach aus Quarz- und Feldspatsplittern, die durch einen Überzug von kohlensaurem Kalk lose aneinandergekittet sind. Als nebensächliche Gemengteile finden sich darin auch Granat, Staurolith, Apatit, Rutil, Glimmer, Eisenoxyd, Magneteisen und andere Mineralien in mehr oder minder beträchtlichen Mengen.

Bezüglich der Entstehung des Löß wird jetzt allgemein angenommen, daß er eine äolische Bildung, das heißt also, vom Winde zusammengetragen sei. Charakteristische Merkmale des echten Löß sind außer der obenerwähnten mineralogischen Zusammensetzung seine große Porosität, durch die er das Regenwasser aufsaugt und längere Zeit festhält; dann die stark ausgeprägte Neigung zu senkrechter Zerklüftung, die man in Hohlwegen häufig beobachten kann, ein ziemlich hoher Gehalt an Calciumcarbonat, der vollständige Mangel an Schichtung und das Auftreten von Kalkkonkretionen, sogenannten „Lößpuppen“ oder „Lößkindln“, in Südamerika „Tosca“ genannt.

Von dem gelben und braunen Löß der Pampas-Formation Argentiniens gibt Burckhardt folgende Beschreibung[1]: Unter der oberflächlich bedeckenden Schicht des Humusbodens findet sich der „gelbe Löß“ (die „Pampanea superior“ von Santiago Roth) in geringer Mächtigkeit und ohne eine Spur von Schichtung, offenbar vom Winde zusammengetragen. Er bildet einen kalkhaltigen, mehr oder weniger sandigen, porösen und goldgelben Boden, der mit dem deutschen Rheinlöß die größte Ähnlichkeit zeigt und wie dieser von kleinen Kalkröhrchen in allen Richtungen durchsetzt ist. In

[1] Lehmann-Nitsche S. 149.

diesem Löß finden sich weder größere Kalkblöcke noch Schollen von grünlicher Mergelerde (nach Ameghino lakustre Bildungen), sondern bloß kleine, wenig verzweigte Kalkknollen (Toscas) von meist ovaler oder runder Form. Außerdem enthält er zahlreiche Knochen von Säugetieren, die sich jedoch von denen des darunter liegenden braunen Löß nicht unterscheiden; letzterer enthält aber noch Reste von Typotherium, die im gelben Löß nicht mehr vorhanden sind.

Der „braune Löß“ (die „Pampanea mediana“ von Santiago Roth) bildet eine dunkelgefärbte, „rehbraune“ Schicht von dichterem Aufbau und größerer Mächtigkeit. Auch er besteht aus einem kalkhaltigen Sandlehm mit schwarzen Röhrchen und unregelmäßig verteilten schwärzlichen Flecken. Während er an manchen Stellen vollständig ungeschichtet und zweifellos äolischen Ursprungs ist, verrät sich anderswo die Einwirkung des Wassers durch eine ausgeprägte Schichtung und durch das Auftreten von Toscaanhäufungen in eindeutiger Weise. Stellenweise finden sich auch Schollen von Löß und grünlichem Mergel mit zahlreichen Toscas bunt zusammengewürfelt, was auch nur durch die Wirkung des Wassers erklärlich ist.

Die im braunen Löß auftretenden Toscas sind viel dünner und feiner ausgebildet und zeigen häufig eine weitgehende Verzweigung, durch die sie an Korallen erinnern. Dabei zeigen sie in Farbe und Aufbau eine auffallende Ähnlichkeit mit dem sie umgebenden Material, so daß man geneigt sein könnte, sie für verkalkten, ursprünglichen Löß zu halten.

Zwischen den Toscas und den Kalkbänken finden sich ferner im braunen Löß graugrüne Schollen von ziemlich unbedeutender Mächtigkeit und Ausdehnung in sehr verschiedenen Tiefen eingeschaltet. Sie sind von dem sie umgebenden Löß deutlich unterschieden und bestehen aus einem lehmigen, grau oder grünlich aus-

sehenden Mergel, der zahlreiche Schalen von Süßwassermollusken und Landschnecken enthält. Bezüglich ihrer Entstehung nimmt Burckhardt im Anschluß an Ameghino an, daß sie sich in Wassertümpeln und kleinen Seen abgesetzt haben, und bezeichnet sie mit dem Namen „Sumpfmergel“ („marnes lacustres“ oder „palustres“).

Der Übergang vom gelben zum braunen Löß, der, wie gesagt, an manchen Stellen undeutlich und verwischt erscheint, indem der gelbe Löß, mit zunehmender Tiefe allmählich fester und dunkler werdend, in braunen Löß übergeht, ist an andern Stellen sehr scharf und deutlich zu erkennen, da der gelbe Löß die dunklere Lage des braunen und der eingeschalteten Sumpfmergelschollen deutlich überschichtet und alle Unebenheiten und Lücken der unteren Fläche ausfüllt, woran man deutlich erkennen kann, daß die obere Schicht erst gebildet wurde, als die Oberfläche des früher abgelagerten braunen Löß bereits nicht mehr unberührt war.

Über die Entstehung der Kalkknollen und -bänke im Löß der Pampas-Formation äußert Ameghino[1] seine Meinung dahin, daß sich erstere teils durch eine chemische Fällung von kohlensaurem Kalk, teils durch Einsickerung von kalkhaltigem Wasser in den bereits fertig abgelagerten Löß gebildet hätten, während die größeren Kalkblöcke in kleinen Seen entstanden seien.

Dieser letzten Ansicht tritt aber Früh[2] entgegen, der auf Veranlassung von Burckhardt und Lehmann-Nitsche eine Probe dieser Kalksteine einer makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung unterwarf. Dabei beobachtete er die im Gegensatz zu der dichten Struktur der Abscheidungen von Süßwasserkalk stehende große Porosität des Materials, das ferner beim Erwärmen mit verdünnter Salzsäure einen erheblichen

[1] Lehmann-Nitsche S. 152.
[2] Lehmann-Nitsche S. 153.

Rückstand hinterließ, wodurch es sich ebenfalls von Seekreide und entsprechenden Bildungen unterscheidet.

Dieser Rückstand zeigte unter dem Mikroskop in der Hauptsache äußerst feine, zum Teil abgerollte Quarzkörner, wie sie in Sanden äolischen Ursprungs vorkommen, ferner zahlreiche Glimmerblättchen und einige Stückchen vulkanischen Glases. Dazwischen beobachtete er verkieselte lange und schmale Pflanzenzellen, die von Gräsern zu stammen schienen, auch ab und zu die Randzacken von Gräsern, sowie eine Rhizopodenschale, woraus er ebenfalls das Irrige der Ameghinoschen Auffassung zu erkennen glaubte. Er nimmt vielmehr an, daß es sich auch bei den Kalkbänken um ursprünglichen Löß handle, der, über einer undurchdringlichen, wasserdichten Schicht liegend, von dem bei Regenfluten und Überschwemmungen eindringenden, mit kohlensaurem Kalk gesättigten Wasser durchtränkt und umgeben worden sei und auf diese Weise die Bildung der Kalkbänke veranlaßt habe.

Ebenso wie über die Entstehung der Pampas-Formation besteht auch über ihr Alter große Uneinigkeit. Einige, wie Burmeister und Steinmann, erklären sie als quartäre Bildung, während andere, wie Ameghino und Cope, sie zum Pliocän rechnen. Viele Geologen, unter ihnen v. Ihering und Doering, nehmen an, daß die unteren Schichten der Pampas-Formation tertiären Alters seien, während der obere „gelbe Löß“ erst in der Diluvialzeit abgelagert sei, und Santiago Roth endlich glaubt, daß die Pampas-Formation sämtlichen tertiären und quartären Schichten vom Eocän bis zum Alluvium entspreche. Nach seiner Ansicht entspricht der obere gelbe Löß (Pampanea superior) dem Pliocän und Pleistocän, während der braune Löß (Pampanea mediana) dem Miocän angehört und die Pampanea inferior (deren Vorhandensein Burckhardt und andere bezweifeln und als Verwechslung mit

der roten, guaranitischen Formation bezeichnen) ins Eocän zu stellen sei.

Er begründet diese Ansicht durch die Beobachtung, daß die Formation von Entre Rios am linken Paraná-Ufer, deren tertiäres Alter (Pliocän oder Miocän) allgemein anerkannt ist, stellenweise zwischen die Pampanea superior und die Pampanea inferior eingeschoben sei, also mit der Pampanea mediana (braunem Löß) gleichgestellt werden könne. Demnach müsse die untere und somit früher entstandene Pampanea inferior oligocänen oder eocänen, die Pampanea superior dagegen pliocänen oder pleistocänen Alters sein.

Die Wahrscheinlichkeit dieser Theorie wuchs durch die Auffindung einer Austernbank im braunen Löß bei San Pedro in Tala, deren Muscheln (Ostrea arborea) von Roth und Burmeister für übereinstimmend mit denen der am andern Ufer des Paraná gelegenen tertiären Formation von Entre Rios erklärt werden, und als Roth in einer jener Austernbank genau entsprechenden Schicht bei Baradero am gegenüberliegenden Ufer des Rio Arrecifes ein fossiles Skelett ausgrub, glaubte er es nach den vorausgegangenen Schlußfolgerungen als das eines tertiären Menschen bezeichnen zu können. Als jedoch v. Ihering und Steinmann auf Veranlassung von Burckhardt und Lehmann-Nitsche die Austern von Tala untersuchten, stellte es sich heraus, daß sie wahrscheinlich quartären Alters seien und jedenfalls mit denen von Entre Rios nichts gemein hätten. Auch Burckhardt und Lehmann-Nitsche konnten bei ihren Untersuchungen des rechten Paraná-Ufers keine eindeutigen Beweise zur Stütze der einen oder andern Altersheorie bringen, und so stehen sich nach wie vor die verschiedenen Ansichten unbewiesen gegenüber.

Ganz neue Anschauungen entwickelte Adolf Doering, der die westliche Pampas-Formation von Córdoba studierte und einen Auszug aus seinen umfangreichen

Beobachtungen Lehmann-Nitsche zur Veröffentlichung überließ[1]. Seiner Ansicht nach besteht die Hauptmasse der äolischen Pampas-Formation ursprünglich aus vulkanischer Bimssteinasche, die sich in dem trockenen Klima von Córdoba noch deutlich beobachten läßt, während sie an andern Orten mit zunehmender Feuchtigkeit mehr und mehr verwittert und bei Buenos-Aires nicht mehr als solche zu erkennen ist.

Er nimmt an, daß sich vom Westen des Landes her gewaltige vulkanische Aschenregen über Argentinien ausgebreitet und das ganze Land mit einer starken Schicht von Bimssteinasche überschüttet hätten, die naturgemäß um die Eruptionszentren im Westen mächtiger ist und mit größerer Entfernung nach Osten zu allmählich abnimmt. Dadurch erklärt er auch, daß die Pampas-Formation von Córdoba im Gegensatz zu der von Roth und Lehmann-Nitsche durchforschten vom Paraná-Ufer die entsprechenden Lößschichten in ganz anderer Mächtigkeit aufweist, da jede einzelne derselben hier eine Dicke von 10—20 m besitzt.

Diese Bimssteinasche, die er bei Córdoba teils mit Löß, teils mit Flußsand wechsellagernd fand, beobachtete er in zwei verschiedenen Abarten, die eine ($\alpha$) von weißer Farbe, aus sauren Polysilikaten bestehend und von geringem Eisenoxydgehalt; die andere ($\beta$) von grüner Farbe, aus basischen Silikaten zusammengesetzt, die außer Eisenoxyd noch eine nicht unwesentliche Menge von Eisenoxydul enthalten. Diese Asche, die unter dem Einfluß von Luft und Wasser im Laufe der Jahrhunderte eine (von Westen nach Osten zu stärker ausgeprägte) Verwitterung und Zersetzung erfuhr, soll nach seiner Ansicht das Material für den Pampas-Löß geliefert haben. Auch glaubt er, daß sich aus einem sorgfältigen Studium der verschiedenen Schichthöhen einerseits und der Verwitterungsgrade andererseits die

[1] Lehmann-Nitsche S. 172.

Lage der vulkanischen Ausgangspunkte jener Aschenregen, sowie die zeitliche Aufeinanderfolge der gesamten Pampas-Formation mit Sicherheit ableiten ließe.

Über die chemischen Vorgänge, die dieser Zersetzung oder Verwitterung der Bimssteinasche zugrunde liegen sollen, weiß Doering keine genauen Aufschlüsse zu geben; der Hauptsache nach scheint er sie jedoch als Kaolinisation der Feldspate aufzufassen, da er häufig das Wort Kaolinisation als gleichbedeutend mit Verwitterung überhaupt anwendet. Im allgemeinen fand er, daß die grüne $\beta$-Asche bei der Verwitterung in einen gelben bis rotbraunen eisenreichen Lehm übergeht, während die hauptsächlich aus Feldspatsplittern bestehende $\alpha$-Asche im verwitterten Zustand gelblichweiß aussieht. Außerdem beobachtete er bei der Verwitterung die Entstehung leicht löslicher Silikate und hydratisierter Kieselsäure, die ebenso wie die ursprünglich in der Bimssteinasche vorhandenen löslichen Salze (Sulfate und Chloride) durch die Einwirkung von Regen- oder Überschwemmungswasser ganz oder doch zum größten Teil ausgewaschen sind und gelegentlich zur Bildung der Pampas-Salzseen Anlaß gaben. An anderen Stellen, die diesen Einflüssen weniger ausgesetzt waren, konnte er im Boden noch beträchtliche Mengen von Sulfaten und Chloriden nachweisen. Die nach vollständiger Auswaschung der löslichen Bestandteile stellenweise zurückbleibenden, grünlichen Schichten schwerlöslicher Silikate von mergelartigem Aussehen identifiziert Doering mit dem „grünlichen Sumpfmergel“ Burckhardts und Ameghinos und bezüglich der Toscas und Kalkblöcke glaubt er, in der Pampas-Formation von Córdoba ihr stufenweises Entstehen aus weißer $\alpha$-Asche nachweisen zu können, wobei er teils Einsickerung von bicarbonathaltigem Wasser, teils chemischen Umsatz der anfänglich gebildeten Alkalicarbonate mit ursprünglich in der Asche vorhandenem Calciumsulfat annimmt.

Ob und inwieweit diese Beobachtungen Doerings, die auf Geschichte und Geologie der Pampas-Formation Argentiniens ein neues Licht werfen, auch für die von Roth und Lehmann-Nitsche durchforschten östlichen Pampas-Striche Gültigkeit behalten, läßt sich noch nicht sagen. Es bedürfte dazu einer systematischen gründlichen Nachprüfung des ganzen Gebietes von Córdoba bis Buenos-Aires und vor allem einer bedeutenden Anzahl chemischer und mineralogischer Untersuchungen von Bodenproben, aus welchen betreffs des Übergangs der vulkanischen Bimssteinasche in den heutigen Pampas-Löß (also über das Wesen und den Verlauf der Doeringschen „Verwitterung") genaue Anhaltspunkte gewonnen werden könnten. Bekanntlich ist die Verwitterung von Silikatgesteinen eine chemisch und mineralogisch noch sehr wenig aufgeklärte Erscheinung, und es lassen sich somit für die Doeringschen Theorien sichere Beweise vorläufig nicht erbringen.

Immerhin schien es von Interesse, die von Lehmann-Nitsche gesammelten Lößproben vom rechten Paraná-Ufer zum Gegenstand einer Untersuchung zu machen, die über deren allgemeine chemische Zusammensetzung sowie über ihre Löslichkeit in Säuren und Laugen Aufschluß geben konnte und in Verbindung mit der mikroskopischen Untersuchung eine Vergleichung mit unserem deutschen Löß ermöglichte.

Die Proben wurden vor etwas mehr als Jahresfrist von Herrn Lehmann-Nitsche dem Geologischen Institut zu Freiburg i. Br. zum Geschenk gemacht und waren um so wertvoller, als genau Fundorte und Lage in den beschriebenen Profilen auf den Etiketten verzeichnet waren.

Für die Überlassung dieses wertvollen Materials bin ich dem Direktor des Geologischen Instituts, Herrn Prof. Dr. Deecke, zu großem Dank verpflichtet.

Es dürfte nicht überflüssig sein, den Ergebnissen meiner Untersuchungen einige Angaben über die Art und Weise vorauszuschicken, in der dieselben angestellt worden sind. Es wurden im wesentlichen die Methoden benutzt, die schon im hiesigen Laboratorium zu vielen ähnlichen Arbeiten angewandt worden sind und die sich dabei stets als die besten und genauesten bewährt haben.

Zur Analyse wurden von den verschiedenen Proben je einige größere Stücke entnommen, diese in einer Reibschale mit dem Pistill zerdrückt und gründlich gemischt. Zur eigentlichen Analyse wurden dann 5—10 g dieser Mischung im Achatmörser äußerst fein zerrieben und dieses Material jeweils mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen oder zur Bestimmung der Löslichkeit in Säuren und Laugen angewandt, während für die Kohlensäurebestimmungen die ursprüngliche Substanz verwendet wurde.

In der Lösung des Sodaaufschlusses wurde die Kieselsäure mit Salzsäure abgeschieden und in ihrem Filtrat Eisen, Aluminium und Titan mit Ammoniak doppelt gefällt. Die geglühten Oxyde wurden nachher mit Kaliumpyrosulfat wieder aufgeschlossen und das Eisen nach Reduktion mit Schwefelwasserstoff mit Kaliumpermanganat titriert, worauf in der gleichen Lösung die Titansäure kolorimetrisch bestimmt wurde. Die Tonerde ließ sich dann aus der Differenz berechnen. Der Kalk wurde mit oxalsaurem Ammonium und das Magnesium mit Phosphorsalz gefällt.

Zur Bestimmung der Alkalien wurde die Aufschließung mit Calciumcarbonat und Chlorammonium nach Lawrence Smith angewandt. Die Kohlensäure wurde teils nach Geisler, teils nach Fresenius-Classen bestimmt.

Zur Ermittlung der Löslichkeit in Säuren wurde die Probe mit fünfprozentiger Salzsäure ausgekocht und der Rückstand zwecks Lösung der abgeschiedenen Kieselsäure mit Natronlauge und zuletzt nochmals mit Salzsäure nachbehandelt. Die drei Filtrate konnten zur Analyse zusammengegeben werden, da die Alkalien stets in einer besonderen Probe bestimmt wurden, bei der die Nachbehandlung mit Lauge unterblieb.

Zur Bestimmung der Löslichkeit in Laugen wurde die Probe mit 100 ccm fünfprozentiger Natronlauge 1½ Stunden auf dem Wasserbad erwärmt.

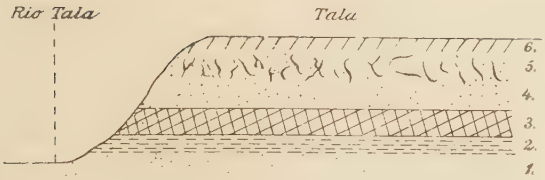
Zu sämtlichen Bestimmungen wurde die lufttrockne Substanz genommen; von einem Vortrocknen der Substanz oberhalb 100° wurde abgesehen, da es genauer ist, die gefundenen Werte später auf die getrocknete Substanz umzurechnen, nachdem das hygroskopische Wasser in einer besonderen Probe bei 120° bestimmt worden war.

## Tala (Estancia Eppens).

Die Stelle, der die beiden ersten, von mir untersuchten Lößproben entstammen, entspricht der Lage jener von Santiago Roth als tertiär bezeichneten Austernbank von San Pedro und liegt am linken Ufer des Rio Tala, in geringer Entfernung von seiner Mündung in den Paraná-Fluß.

Für diese Stelle gibt Burckhardt folgendes geologisches Profil[1]:

[1] Lehmann-Nitsche S. 158.




6. Kalksteinbank von geringer Mächtigkeit.
5. 1 m brauner Löß, von zahlreichen Kalkadern durchsetzt, die sich nach oben vereinigen.
4. 1 m ziemlich heller brauner Löß.
3. 1 m Austernbank, bestehend aus „Ostrea arborea“, mit Sand und braunem Löß.
2. 0,60 m grünlicher Mergel, mit Löß vermengt, nach unten Beimengungen von Kalkkonkretionen.
1. Charakteristischer sehr poröser brauner Löß, ziemlich dunkel mit schwarzen Flecken.

An dieser Stelle befindet sich überhaupt kein oberflächlicher „gelber Löß“, während am gegenüberliegenden „Rincón del Baradero“, wo Santiago Roth ein fossiles Skelett ausgrub, die Reihenfolge der Schichten bis auf die dort fehlende Austernbank genau die gleiche ist. Die obere dünne Kalksteinschicht ist hier mit einer etwa 50 cm hohen Lage von gelbem Löß bedeckt.

Zwei Proben, die den Schichten 1 und 4 entstammen und im folgenden als „Tala 1“ und „Tala 4“ bezeichnet sind, wurden zunächst von mir untersucht. Sie entsprechen im wesentlichen den Angaben von Burckhardt. Der braune Löß sieht jedoch weniger braun als vielmehr hellgrau aus, mit einem Stich ins Bräunliche. Beim Anfeuchten wird er etwas dunkler und gibt einen starken Tongeruch. Die schwarzen Flecken sind wohl durch kohlige Stoffe verursacht, die von zersetzten Wurzelfasern herrühren. Der Zusammenhalt des Materials ist ein viel festerer als bei unserem Löß. In Wasser gelegt, zerfällt es nicht von selbst. Die Stücke

sind nicht so gleichmäßig, auch finden sich größere Hohlräume darin. Die in Schicht 2 vorkommenden Konkretionen enthalten nur wenig Calciumcarbonat.

Tala 1.

Zur mechanischen Analyse wurden 10,05 g bis zum völligen Zerfallen mit Wasser gekocht und die letzten zusammenhaftenden Teile mit dem Finger zerdrückt. Dann wurde die ganze Masse in den Schöneschen Schlämmapparat gebracht und geschlämmt. Der bei 0,2 mm Schlämmgeschwindigkeit übergehende Anteil wurde nicht gewogen, sondern aus der Differenz berechnet. Die Wägung der übrigen abgeschlämmten Teile und des zuletzt zurückgebliebenen grobkörnigen Rückstandes ergaben folgende Werte:

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 1,90 g | 18,9 % |
| 2 „ | 3,05 „ | 30,3 % |
| 7 „ | 1,85 „ | 18,4 % |
| 25 „ | 0,85 „ | 8,5 % |
| Rückstand | 2,40 „ | 23,9 % |
| | 10,05 g | 100,0 % |

Nach den üblichen Annahmen ergeben sich daraus folgende Korngrößen:

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| 23,9 | 8,5 | 18,4 | 30,3 | 18,9 |
| 50,8 | | | 49,2 | |

Die Korngrößen sind zum Teil rein zufällig, indem die gröberen Partikel beim Kochen mit Wasser nicht völlig zerfallen. Dies gilt namentlich für den Schlämmrückstand, der beim Behandeln mit Salzsäure unter

schwacher Kohlensäureentwicklung ein viel feinsandigeres, tonhaltiges Pulver hinterläßt.

Die mikroskopische Untersuchung, die bei dieser wie auch bei den folgenden Proben von Herrn Prof. Meigen ausgeführt wurde, ergab die Anwesenheit folgender Mineralien: Quarz, Feldspat, Glimmer, Pyroxen, Hornblende, Zirkon. Quarz ist namentlich im Vergleich mit deutschen Lössen in verhältnismäßig geringer Menge vorhanden. Der Feldspat ist nur zum Teil Orthoklas, überwiegend vielmehr ein dem Anorthit nahestehender Plagioklas, wie sich aus seinem ziemlich hohen Lichtbrechungsvermögen, sowie aus der beträchtlichen Auslöschungsschiefe ergibt. Einfache Zwillinge sind häufig, polysynthetisch verzwillingter Plagioklas ziemlich selten. Bemerkenswert ist, daß die Spaltungsstücke dieses so leicht zersetzlichen Feldspats vollkommen wasserklar durchsichtig sind. Es läßt dies auf einen sehr frischen, nur wenig verwitterten Zustand der ganzen Ablagerung schließen. Der Glimmer ist teils Muskowit, teils Biotit. Der oft gut ausgebildete Pyroxen ist grünlich gefärbt, mit schwachem Pleochroismus. Die Auslöschungsschiefe ist ziemlich groß. Die Hornblende zeigt sehr starken Pleochroismus von hellgelb bis dunkelbraun. Außerdem sind in großer Menge farblose Blättchen und längliche Gebilde vorhanden, die völlig isotrop sind und nur geringe Lichtbrechung besitzen. Wahrscheinlich handelt es sich um verkieselte Pflanzenzellen, wie sie auch von Früh in dem in Salzsäure unlöslichen Rückstand der Kalkbänke beobachtet worden sind.

Eine weitere Probe des gleichen Löß ergab bei der Analyse folgende Zusammenstellung:

| | 1 | 2 | Mittel |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 60,07 | 60,28 | 60,18 |
| $TiO_2$ | 1,01 | (1,01) | 1,01 |
| $Al_2O_3$ | 16,27 | 15,72 | 16,00 |
| $Fe_2O_3$ | 4,74 | 5,00 | 4,87 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $MgO$ | 2,08 | 1,84 | 1,96 |
| $CaO$ | 3,44 | 3,20 | 3,32 |
| $Na_2O$ | 1,83 | (1,83) | 1,83 |
| $K_2O$ | 1,27 | (1,27) | 1,27 |
| $CO_2$ | 0,57 | 0,95 | 0,76 |
| $H_2O$ (geb.) | 5,24 | 4,98 | 5,11 |
| $H_2O$ (120°) | 4,25 | 4,23 | 4,24 |
| | 100,77 | 100,31 | 100,55 |

Die eingeklammerten Werte wurden nur einmal bestimmt.

1. 1,1028 g Substanz: 0,6625 g $SiO_2$; 0,2428 g $R_2O_3$, davon 0,0523 g $Fe_2O_3$ und 0,0111 g $TiO_2$; 0,0380 g $CaO$; 0,0632 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,5264 g Substanz: 0,0287 g $NaCl$ + $KCl$ und 0,0106 g $KCl$.
   1,0590 g Substanz: 0,0450 g $H_2O$ (120°).
   1,1930 g Substanz: 0,1200 g gesamter Glühverlust.
   2,7696 g Substanz: 0,0160 g $CO_2$.
2. 0,9805 g Substanz: 0,5910 g $SiO_2$; 0,2130 g $R_2O_3$, davon 0,0490 g $Fe_2O_3$; 0,0314 g $CaO$; 0,0498 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,5850 g Substanz: 0,0670 g $H_2O$ (120°) und 0,0940 g gesamter Glühverlust.
   2,7053 g Substanz: 0,0258 g $CO_2$.

Zur weiteren Untersuchung wurde eine neue Probe mit Salzsäure ausgekocht und die Lösung analysiert. Es wurde gefunden:

| | In HCl löslich | Rückstand (aus der Differenz berechnet) |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 15,44 | 44,74 |
| $TiO_2$ | Spuren | 1,01 |
| $Al_2O_3$ | 4,12 | 11,88 |
| $Fe_2O_3$ | 3,03 | 1,84 |
| $MgO$ | 0,72 | 1,24 |
| $CaO$ | 1,32 | 2,00 |
| $Na_2O$ | 0,09 | 1,74 |
| $K_2O$ | 0,49 | 0,78 |
| $CO_2$ | 0,76 | — |
| | 25,97 | 65,23 |

0,5310 g Substanz: 0,0820 g $SiO_2$; 0,0380 g $R_2O_3$, davon 0,0161 g $Fe_2O_3$; 0,0700 g $CaO$; 0,0105 g $Mg_2P_2O_7$.

0,7933 g Substanz: 0,0075 g $KCl + NaCl$ und 0,0200 g $K_2PtCl_6$.

Zur Beurteilung der Löslichkeit in Laugen wurde eine weitere Lößprobe mit Natronlauge erwärmt und das Filtrat analysiert. Dasselbe enthielt:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 8,91 |
| $Al_2O_3$ | 1,80 |

2,4457 g Substanz: 0,2180 g $SiO_2$ und 0,0441 g $Al_2O_3$.

Sämtliche angeführten Analysenwerte beziehen sich auf die lufttrockne Substanz. Zur Vergleichung mit anderen Analysen müssen sie auf die bei 120° getrocknete Substanz umgerechnet werden und ergeben dann folgende Werte:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 62,84 | 16,12 | 9,31 |
| $TiO_2$ | 1,06 | Spuren | |
| $Al_2O_3$ | 16,71 | 4,30 | 1,88 |
| $Fe_2O_3$ | 5,09 | 3,16 | |
| $MgO$ | 2,05 | 0,75 | |
| $CaO$ | 3,47 | 1,38 | |
| $Na_2O$ | 1,90 | 0,09 | |
| $K_2O$ | 1,33 | 0,51 | |
| $CO_2$ | 0,79 | 0,79 | |
| $H_2O$ | 5,33 | — | |
| | 100,57 | 27,10 | 11,19 |

Aus den angeführten Analysenwerten ergeben sich für die Probe Tala 1 nachstehende Molekularverhältnisse[1]:

[1] A. Osann: Molekularquotienten zur Berechnung von Gesteinsanalysen. (Beiträge zur chemischen Petrographie I.) Stuttgart 1903.

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 1,0473 | 0,2687 | 0,1552 |
| $TiO_2$ | 0,0132 | — | |
| $Al_2O_3$ | 0,1638 | 0,0422 | 0,0184 |
| $Fe_2O_3$ | 0,0318 | 0,0197 | |
| $MgO$ | 0,0289 | 0,0187 | |
| $CaO$ | 0,0620 | 0,0246 | |
| $Na_2O$ | 0,0306 | 0,0015 | |
| $K_2O$ | 0,0141 | 0,0059 | |
| $CO_2$ | 0,0180 | 0,0180 | |

Ein sehr erheblicher Teil des in Salzsäure löslichen Tonerdesilikates löst sich auch in Natronlauge. Das Verhältnis $Al_2O_3 : SiO_2$ ist darin annähernd 1 : 8,5. Wahrscheinlich handelt es sich hier aber nicht um eine einheitliche Verbindung, sondern um Gemische von freier Tonerde und freier Kieselsäure oder von tonerdereicheren Silikaten mit freier Kieselsäure. Letztere liegt zum großen Teil in Form verkieselter Pflanzenzellen vor. Das in Salzsäure lösliche Eisenoxyd dürfte wohl alles in freiem Zustand vorhanden sein, während Kalk und Magnesia (soweit sie nicht an Kohlensäure gebunden sind) sowie die geringe Menge von Alkalien mit dem Rest der Kieselsäure vereinigt sind.

In dem unlöslichen Teil ist das Überwiegen des Natrons gegenüber dem Kali bemerkenswert, da bei den deutschen Lössen und Lehmen das Verhältnis gerade umgekehrt ist.

Vergleicht man überhaupt die Zusammensetzung dieses argentinischen Löß mit den Analysen deutscher Lösse, wie sie z. B. bei Schering[1] zusammengestellt sind, so fällt zunächst der außerordentlich kleine Gehalt an Carbonaten auf. Wenn sie jemals vorhanden gewesen wären, so müßten sie infolge der Verwitterung

[1] Schering: Chemische Untersuchungen über Löß und Lehm. Dissertation Freiburg i. Br. 1909.

verschwunden sein, das heißt, der ursprüngliche, carbonatreiche Löß wäre in einen Lößlehm übergegangen.

Der geringe Gehalt an Carbonaten kann aber auch seinen Grund darin haben, daß das Ursprungsmaterial, aus dem das jetzt vorliegende Produkt entstanden ist, eine ganz andere Zusammensetzung gehabt hat als dasjenige, dem der deutsche Löß seine Entstehung verdankt; es kann wesentlich ärmer an Kalk überhaupt oder doch an fertig gebildetem kohlensauren Kalk gewesen sein. Nach der Ansicht Doerings ist ja der Pampas-Lehm aus vulkanischen Aschen basischer Eruptivgesteine hervorgegangen, während man den deutschen Löß bekanntlich als Ausblasungsprodukt der Grundmoränen der nordischen Vereisung oder der alpinen Gletscher ansieht, die beide neben sauren Massengesteinen auch sehr reich an Kalksteinen sind.

### Tala 4.

Die vorliegende Lößprobe zeigt im Aussehen große Ähnlichkeit mit der vorhergehenden, ist jedoch etwas heller gefärbt. Auch von ihr wurden 10,02 g in der oben beschriebenen Weise geschlämmt.

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 1,37 g | 13,7 % |
| 2 „ | 2,65 „ | 26,5 % |
| 7 „ | 2,18 „ | 21,7 % |
| 25 „ | 0,87 „ | 8,7 % |
| Rückstand | 2,95 „ | 29,4 % |
| | 10,02 g | 100,0 % |

Daraus ergeben sich folgende Korngrößen:

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0.01 mm |
| 29,4 | 8,7 | 21,7 | 26,5 | 13,7 |
| 59,8 | | | 40,2 | |

Die mikroskopische Untersuchung ergab die Anwesenheit von Quarz und Feldspat, der zum Teil Zwillingsstreifung zeigte, also Plagioklas war. Ferner wurden Zirkon, ein grünlichgelber Pyroxen und braune Hornblende beobachtet. Verkieselte Pflanzenzellen waren auch in dieser Probe reichlich vorhanden.

Die Bauschanalyse dieser Probe ergab folgende Werte:

| | 1 | 2 | Mittel |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 41,68 | 41,97 | 41,83 |
| $TiO_2$ | 0,54 | (0,54) | 0,54 |
| $Al_2O_3$ | 12,60 | 12,27 | 12,44 |
| $Fe_2O_3$ | 2,87 | 3,11 | 2,99 |
| $MgO$ | 0,84 | 0,98 | 0,91 |
| $CaO$ | 19,74 | 19,84 | 19,79 |
| $Na_2O$ | 0,55 | (0,55) | 0,55 |
| $K_2O$ | 1,15 | (1,15) | 1,15 |
| $CO_2$ | 11,99 | 11,42 | 11,71 |
| $H_2O$ (geb.) | 4,76 | 5,43 | 5,10 |
| $H_2O$ (120°) | 3,74 | 3,56 | 3,65 |
| | 100,46 | 100,82 | 100,66 |

1. 1,0589 g Substanz: 0,4414 g $SiO_2$; 0,1695 g $R_2O_3$, davon 0,0304 g $Fe_2O_3$ und 0,0057 g $TiO_2$; 0,2090 g $CaO$; 0,0245 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,5478 g Substanz: 0,0156 g $KCl$ + $NaCl$ und 0,0325 g $K_2PtCl_6$.
   0,5752 g Substanz: 0,0215 g $H_2O$ (120°).
   1,0025 g Substanz: 0,2054 g Gesamtglühverlust.
   2,0530 g Substanz: 0,2461 g $CO_2$.
2. 1,0585 g Substanz: 0,4434 g $SiO_2$; 0,1685 g $R_2O_3$, davon 0,0330 g $Fe_2O_3$; 0,2100 g $CaO$; 0,0287 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,9552 g Substanz: 0,0340 g $H_2O$ (120°) und 0,1950 g Gesamtglühverlust.
   2,0480 g Substanz: 0,2338 g $CO_2$.

Bei dieser Probe wurde der Gehalt an Kohlensäure nach Fresenius-Classen bestimmt. Bei der beträchtlichen Menge derselben war es von Interesse, ihre Verteilung auf Kalk und Magnesia zu kennen, wozu die Carbonate nach der Methode von Lauffer und Wahn-

schaffe bestimmt wurden. Dieselbe beruht auf der Umwandlung der Erdkalicarbonate in Nitrate beim Kochen mit konzentrierter Ammoniumnitratlösung. Die so erhaltenen Erdalkalinitrate können dann in der üblichen Weise gefällt und bestimmt werden. Man kann so nicht nur erkennen, wieviel der Gesamtmengen von Kalk und Magnesia an Kohlensäure gebunden ist, sondern es liefert die Berechnung des dazu erforderlichen Kohlendioxyds gleichzeitig eine Kontrolle für die ausgeführten Kohlensäurebestimmungen. Wie jedoch schon Schering[1] hervorhebt, ist bei stark verwitterten Lössen völlige Übereinstimmung nicht zu erwarten, da bei ihnen auch etwas Erdalkalien in Form leicht zersetzbarer Silikate mit in Lösung gehen. In vorliegendem Falle wurden gefunden:

| | |
|---|---|
| $CaO$ | 15,20 |
| $MgO$ | 0,50 |

2,4400 g Substanz: 0,3710 g $CaO$ und 0,0335 g $Mg_2P_2O_7$. Die für diese Mengen Kalk und Magnesia erforderliche Kohlensäure berechnet sich zu 12,46 %, während bei der direkten Bestimmung 11,99 % gefunden wurden.

Die Analyse des Salzsäureauszugs und die Prüfung auf Löslichkeit in Laugen gaben folgende Werte:

| | a) In HCl löslich | b) In NaOH löslich |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 15,86 | 4,99 |
| $TiO_2$ | Spuren | |
| $Al_2O_3$ | 6,02 | 1,79 |
| $Fe_2O_3$ | 2,96 | |
| $MgO$ | 0,98 | |
| $CaO$ | 19,38 | |
| $Na_2O$ | 0,32 | |
| $K_2O$ | 1,26 | |
| $CO_2$ | 11,99 | |
| | 58,77 | 6,78 |

[1] Schering: Chemische Untersuchungen über Löß und Lehm. Dissertation Freiburg i. Br. 1909.

a) 1.0126 g Substanz: 0,1606 g $SiO_2$; 0,0910 g $R_2O_3$, davon 0,0300 g $Fe_2O_3$; 0,0196 g $Mg_2P_2O_7$.
1,0950 g Substanz: 0,0294 g KCl + NaCl und 0,0695 g $K_2PtCl_6$.
b) 2,3140 g Substanz: 0,1155 g $SiO_2$ und 0,0416 g $Al_2O_3$.

Die Umrechnung auf die bei 120° getrocknete Substanz ergibt für die vorstehenden Analysen folgende Werte:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 43,30 | 16,48 | 5,17 |
| $TiO_2$ | 0,56 | — | |
| $Al_2O_3$ | 13,09 | 6,25 | 1,86 |
| $Fe_2O_3$ | 2,98 | 3,08 | |
| MgO | 0,95 | 0,93 | |
| CaO | 20,51 | 20,14 | |
| $Na_2O$ | 0,57 | 0,34 | |
| $K_2O$ | 1,20 | 1,28 | |
| $CO_2$ | 12,45 | 12,45 | |
| $H_2O$ | 4,95 | | |
| | 100,56 | 60,95 | 7,03 |

Aus vorstehenden Analysen berechnen sich folgende Molekularverhältnisse:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 0,7217 | 0,2747 | 0,0862 |
| $TiO_2$ | 0,0070 | — | — |
| $Al_2O_3$ | 0,1283 | 0,0613 | 0,0182 |
| $Fe_2O_3$ | 0,0186 | 0,0192 | |
| MgO | 0,0237 | 0,0232 | |
| CaO | 0,3663 | 0,3597 | |
| $Na_2O$ | 0,0092 | 0,0055 | |
| $K_2O$ | 0,0128 | 0,0136 | |
| $C_2O$ | 0,2834 | 0,2839 | |

Für den in Natron löslichen Teil ist das Verhältnis $Al_2O_3 : SiO_2$ nahezu 1 : 5. Für den Rest des in Salz-

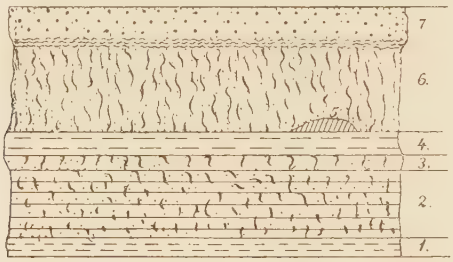
säure löslichen Anteils ist es annähernd 1 : 4. Nach Abzug des Calciumcarbonats bleibt noch eine ziemlich erhebliche Menge Kalk übrig, die jedenfalls an Kieselsäure gebunden sein muß.

Die vorliegende Probe unterscheidet sich von den deutschen Lössen hauptsächlich durch ihren niedrigen Kieselsäuregehalt, während die Mengen von Tonerde und Kalk wesentlich höher sind. Indessen sind diese Abweichungen doch nicht so erheblich, daß man nicht auf Grund der chemischen Zusammensetzung die Bezeichnung „Löß“ auch hierauf übertragen könnte. Eher ließen sich Einwendungen dagegen aus der mechanischen Analyse ableiten. Wie die am Schlusse mitgeteilte Zusammenstellung zeigt, besitzt bei deutschen Lössen bei weitem der größte Teil eine Korngröße unter 0,05 mm; die gröberen Anteile betragen höchstens ein Viertel, meist weniger. Im Gegensatz hierzu besitzt sowohl die vorher beschriebene Probe Tala 1, wie auch die jetzt vorliegende Tala 4 ein wesentlich gröberes Korn. Sieht man daher die Feinkörnigkeit als ein Hauptmerkmal des echten Löß an, so kann man hier nur von einer „lößähnlichen Bildung“ sprechen.

Mikroskopisch unterscheiden sich diese beiden Proben von Tala von deutschem Löß und Lehm, zum Beispiel von dem von Schering untersuchten Löß von Wasenweiler und Lößlehm von Gottenheim vor allem durch die völlige Abwesenheit des Kalkspats. Dafür enthalten sie in reichlicher Menge die bei diesen fehlenden verkieselten Pflanzenzellen. Der argentinische Löß ist wesentlich ärmer an Quarz, aber reicher an basischen Feldspaten (Anorthit) und dunklen Gemengteilen (Pyroxen und Hornblende).

## Alvear.

Die beiden folgenden Proben entstammen gleichfalls dem rechten Paraná-Ufer und zwar dem etwas nördlicher gelegenen Gebiete von Alvear in der Provinz Santa Fé. Für die geologische Schichtenfolge gibt Burckhardt folgendes Profil[1]:




7. 1—2 m gelbbrauner Löß von sehr poröser Beschaffenheit, den Übergang vom braunen Löß zum gelben darstellend, unmittelbar unter der Humusschicht liegend.
6. 6 m „brauner Löß“, ähnlich wie 2, aber mit zahlreichen und stark verzweigten Toscas.
5. Scholle von rötlichem Ton von 0,30 m Dicke und 3 m Durchmesser.
4. 1 m grüne Mergelerde von geringer Mächtigkeit, nach unten allmählich in Löß übergehend.

3.<br>2. } 5 m { heller „brauner Löß“, mit Röhrchen und schwarzen Flasern durchsetzt; schwache Schichtung namentlich an der Basis.

1. 0,5 m grüne Mergelerde von mehr oder weniger sandiger Beschaffenheit.

Von dieser Stelle wurden zwei Proben aus den Schichten 2 und 6, „Alvear 2“ und „Alvear 6“ untersucht.

[1] Lehmann-Nitsche S. 163.

Der „braune Löß“ der Schichten 2 und 6 ist etwas dunkler gefärbt als die Proben von Tala; er gleicht in der Farbe etwa noch nicht völlig verlehmtem deutschen Löß. Die Farbe der Mergelschicht 4 ist mehr hellbräunlich als grünlich. Der „rötliche Ton“ 5 ist braunrot und nicht plastisch. Er zerfällt nicht im Wasser. An Salzsäure gibt er viel Eisenoxyd ab, ist aber nur zum geringen Teil darin löslich.

Die Probe der Lößschicht 6 enthält nur wenig Toscas, ist aber ihrer ganzen Ausdehnung nach von einer etwa ½ cm dicken, plattigen Kalkbank durchsetzt, die sich an einer Stelle in eine Art Stalaktit fortsetzt. Schicht 7 ist ziemlich dunkel und stark humos.

## Alvear 2.

Die mechanische Analyse dieser Probe gab folgende Werte:

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 1,87 g | 18,1 % |
| 2 „ | 3,85 „ | 37,2 % |
| 7 „ | 3,81 „ | 36,9 % |
| 25 „ | 0,59 „ | 5,7 % |
| Rückstand | 0,22 „ | 2,1 % |
| | 10,34 g | 100,0 % |

Daraus berechnen sich nachstehende Korngrößen:

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| 2,1 | 5,7 | 36,9 | 37,2 | 18,1 |
| 44,7 | | | 55,3 | |

Mit den beiden Proben von Tala verglichen, ist demnach die vorliegende Probe erheblich feinkörniger,

kommt aber doch in dieser Hinsicht den deutschen Lössen noch bei weitem nicht gleich.

Unter dem Mikroskop erwies sich diese Probe im wesentlichen ebenso zusammengesetzt wie die von Tala. Neben Quarz und Orthoklas wurden Plagioklas, Pyroxen, Hornblende, Zirkon, sowie viele verkieselte Pflanzenzellen beobachtet.

Die Gesamtanalyse dieser Probe ergab folgende Zusammensetzung:

| | 1 | 2 | Mittel |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 69,64 | 69,87 | 69,76 |
| $TiO_2$ | 0,83 | (0,83) | 0,83 |
| $Al_2O_3$ | 11,63 | 11,79 | 11,71 |
| $Fe_2O_3$ | 4,85 | (4,85) | 4,85 |
| $MgO$ | 0,91 | 1,07 | 0,99 |
| $CaO$ | 3,94 | 3,86 | 3,90 |
| $Na_2O$ | 1,38 | (1,38) | 1,38 |
| $K_2O$ | 1,80 | (1,80) | 1,80 |
| $CO_2$ | 2,10 | 1,97 | 2,03 |
| $H_2O$ (geb.) | 0,30 | 0,60 | 0,45 |
| $H_2O$ (120°) | 2,83 | 2,69 | 2,75 |
| | 100,21 | 100,71 | 100,46 |

1. 1,0400 g Substanz: 0,7242 g $SiO_2$; 0,1800 g $R_2O_3$, davon 0,0460 g $Fe_2O_3$ und 0,0086 g $TiO_2$; 0,0410 g $CaO$; 0,0260 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,6143 g Substanz: 0,0335 g KCl + NaCl, davon 0,0175 g KCl.
   0,6782 g Substanz: 0,0192 g $H_2O$ (120°); 0,0163 g Glühverlust.
   2,3708 g Substanz: 0,0498 g $CO_2$.
2. 0,9482 g Substanz: 0,6625 g $SiO_2$; 0,1656 g $R_2O_3$; 0,0366 g $CaO$; 0,0280 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,5533 g Substanz: 0,0149 g $H_2O$ (120°).
   0,5807 g Substanz: 0,0306 g Glühverlust.
   2,4790 g Substanz: 0,0489 g $CO_2$.

Für die Löslichkeit dieser Probe in Salzsäure und Natronlauge wurden folgende Werte ermittelt:

| | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 10,86 | 7,57 |
| $TiO_2$ | — | |
| $Al_2O_3$ | 4,11 | 1,81 |
| $Fe_2O_3$ | 2,19 | |
| MgO | 1,00 | |
| CaO | 3,13 | |
| $Na_2O$ | 0,33 | |
| $K_2O$ | 1,31 | |
| $CO_2$ | (2,03) | |
| | 24,96 | 9,38 |

0,9896 g Substanz: 0,1075 g $SiO_2$; 0,0624 g $R_2O_3$, davon 0,0217 g $Fe_2O_3$; 0,0310 g CaO; 0,0274 g $Mg_2P_2O_7$.

0,5100 g Substanz: 0,0138 g KCl + NaCl und 0,0345 g $K_2PtCl_6$.

1,9282 g Substanz: 0,1460 g $SiO_2$ und 0,0349 g $Al_2O_3$.

Auf die bei 120° getrocknete Substanz umgerechnet, ergeben sich hieraus folgende Werte:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 71,74 | 11,18 | 7,79 |
| $TiO_2$ | 0,85 | — | |
| $Al_2O_3$ | 12,04 | 4,23 | 1,86 |
| $Fe_2O_3$ | 4,99 | 2,25 | |
| MgO | 1,02 | 1,02 | |
| CaO | 4,01 | 3,22 | |
| $Na_2O$ | 1,42 | 0,34 | |
| $K_2O$ | 1,85 | 1,35 | |
| $CO_2$ | 2,08 | 2,08 | |
| $H_2O$ | 0,48 | — | |
| | 100,48 | 25,67 | 9,65 |

Daraus berechnen sich folgende Molekularverhältnisse:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 1,1957 | 0,1863 | 0,1298 |
| $TiO_2$ | 0,0106 | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $Al_2O_3$ | 0,1180 | 0,0415 | 0,0182 |
| $Fe_2O_3$ | 0,0312 | 0,0141 | |
| $MgO$ | 0,0255 | 0,0255 | |
| $CaO$ | 0,0716 | 0,0575 | |
| $Na_2O$ | 0,0229 | 0,0055 | |
| $K_2O$ | 0,0197 | 0,0144 | |
| $CO_2$ | 0,0473 | 0,0473 | |

Bei dem geringen Gehalt an Carbonaten muß die Probe als Lehm bezeichnet werden. Ihre Zusammensetzung entspricht auch vollständig der deutscher Lößlehme. So zeigt sie namentlich eine große Ähnlichkeit mit der Zusammensetzung eines Lößlehms von Eichstetten am Kaiserstuhl, wie sie von Schill[1] mitgeteilt worden ist. Da dieser nichts Näheres angibt, beziehen sich seine Werte vermutlich auf die lufttrockne Substanz:

| | Alvear 2 | Eichstetten |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 69,64 | 69,70 |
| $TiO_2$ | 0,83 | 12,30 |
| $Al_2O_3$ | 11,63 | |
| $Fe_2O_3$ | 4,85 | 4,80 |
| $MgO$ | 0,91 | 1,30 |
| $CaO$ | 3,94 | 2,40 |
| $Na_2O$ | 1,38 | 0,70 |
| $K_2O$ | 1,80 | 3,10 |
| Glühverlust | 5,23 | 6,00 |
| | 100,21 | 100,30 |

Über die Löslichkeit von Lößlehmen in Salzsäure liegen bisher nur wenige Angaben vor. Gegenüber dem von Schering[2] untersuchten Lößlehm von Gottenheim ist die Löslichkeit der vorliegenden Probe ziemlich groß.

[1] Geologische Beschreibung der Umgebung der Bäder Glottertal und Suggental. Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Großherzogtums Baden (1862).

[2] Schering: Chemische Untersuchungen über Löß und Lehm. Dissertation Freiburg i. Br. 1909.

Das Verhältnis $Al_2O_3 : SiO_2$ in dem salzsäurelöslichen Teil ist annähernd 1 : 4,5. Da die Menge der Kohlensäure zur Bindung der Erdalkalien nicht ausreicht, muß ein Teil der letzteren jedenfalls an Kieselsäure gebunden sein.

### Alvear 6.

Die zweite Probe von Alvear kennzeichnet sich schon durch ihr völlig verwittertes Äußere als echter Lehm. Die Schlämmanalyse des Materials ergab folgende Zahlen:

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 2,37 g | 19,5 % |
| 2 „ | 3,91 „ | 32,3 % |
| 7 „ | 2,48 „ | 20,5 % |
| 25 „ | 1,43 „ | 11,8 % |
| Rückstand | 1,93 „ | 15,9 % |
| | 12,12 g | 100,0 % |

Daraus ergeben sich folgende Korngrößen:

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| 15,9 | 11,8 | 20,5 | 32,3 | 19,5 |
| 48,2 | | | 51,8 | |

Diese Probe ist somit etwas grobkörniger als die vorher beschriebenen.

Die mikroskopische Untersuchung ergab die Anwesenheit der gleichen Mineralien wie bei den vorhergehenden Proben, das heißt, neben Quarz und Orthoklas waren Plagioklas, Pyroxen, Hornblende und Zirkon vorhanden. Auch diese Probe enthielt ziemlich viel verkieselte Pflanzenzellen.

Die Bauschanalyse und die Prüfung auf Löslichkeit in Salzsäure und Natronlauge ergaben folgende Werte:

| | 1. Bausch-analyse | 2. In HCl löslich | 3. In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 60,28 | 24,53 | 7,03 |
| $TiO_2$ | 0,83 | — | |
| $Al_2O_3$ | 15,30 | 15,22 | 2,56 |
| $Fe_2O_3$ | 4,77 | 3,41 | |
| $MgO$ | 1,32 | 1,17 | |
| $CaO$ | 2,15 | 1,29 | |
| $Na_2O$ | 3,25 | 2,84 | |
| $K_2O$ | 2,95 | 1,10 | |
| $H_2O$ (geb.) | 3,18 | — | |
| $H_2O$ (120°) | 5,79 | | |
| | 99,72 | 49,56 | 9,59 |

1. 1,0078 g Substanz: 0,6075 g $SiO_2$; 0,2096 g $R_2O_3$, davon 0,0481 g $Fe_2O_3$ und 0,0084 g $TiO_2$; 0,0217 g $CaO$; 0,0377 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,5246 g Substanz: 0,0566 g $KCl$ + $NaCl$ und 0,0798 g $K_2PtCl_6$.
   0,9667 g Substanz: 0,0560 g $H_2O$ bei 120° weggehend.
   1,0456 g Substanz: 0,0938 g Glühverlust.
2. 1,0068 g Substanz: 0,2470 g $SiO_2$; 0,1876 g $R_2O_3$, davon 0,0343 g $Fe_2O_3$; 0,0130 g $CaO$; 0,0325 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,0300 g Substanz: 0,0732 g $KCl$ + $NaCl$ und 0,0586 g $K_2PtCl_6$.
3. 2,3068 g Substanz: 0,1622 g $SiO_2$ und 0,0590 g $Al_2O_3$.

Auf die getrocknete Substanz umgerechnet, betragen die Werte der drei Analysen:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 64,00 | 26,04 | 7,46 |
| $TiO_2$ | 0,88 | — | |
| $Al_2O_3$ | 16,14 | 16,16 | 2,72 |
| $Fe_2O_3$ | 5,06 | 3,62 | |
| $MgO$ | 1,40 | 1,24 | |
| $CaO$ | 2,28 | 1,37 | |
| $Na_2O$ | 3,45 | 3,02 | |
| $K_2O$ | 3,13 | 1,17 | |
| $H_2O$ | 3,38 | | |
| | 99,72 | 52,62 | 10,18 |

Es ergaben sich daraus folgende Molekularverhältnisse:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 1,0667 | 0,4340 | 0,1243 |
| $TiO_2$ | 0,0110 | — | |
| $Al_2O_3$ | 0,1582 | 0,1584 | 0,0267 |
| $Fe_2O_3$ | 0,0316 | 0,0226 | |
| $MgO$ | 0,0350 | 0,0310 | |
| $CaO$ | 0,0407 | 0,0245 | |
| $Na_2O$ | 0,0556 | 0,0487 | |
| $K_2O$ | 0,0333 | 0,0124 | |

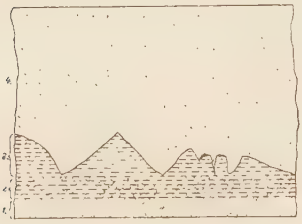
Daß die große Menge gelöster Tonerde tatsächlich als Silikat und nicht in freiem Zustande vorliegt, geht aus der Behandlung mit Natronlauge hervor, da nach $^1/_2$ stündigem Erwärmen hiermit noch nicht 3 % in Lösung gegangen waren.

## Rosario.

Die bisher untersuchten Proben gehören alle dem „braunen Löß“ an. Wie die Analysen zeigen, sind sie alle bereits mehr oder weniger verlehmt. Schon dem Namen nach sollte man vermuten, daß der „gelbe Löß“ weniger umgewandelt sei und daher größere Ähnlichkeit mit unserem deutschen Löß zeigen werde. In den von Herrn Professor Lehmann-Nitsche dem hiesigen geologischen Institut geschenkten Proben von argentinischem Löß befinden sich nur zwei, die als gelber Löß bezeichnet sind. Sie stammen beide, aber von verschiedenen Stellen, von Rosario, das ebenfalls am rechten Paraná-Ufer, ein wenig nördlich von Alvear, in der Provinz Santa Fé gelegen ist.

Ihr Aussehen entspricht keineswegs der Benennung „gelber Löß“; sie sehen vielmehr beide bräunlich aus, etwa wie der „braune Löß“ von Alvear, und sind wesentlich dunkler als die Proben von Tala. Burck-

hardt gibt für diesen Ort mehrere Profile[1], die in allem Wesentlichen übereinstimmen und nur in der Mächtigkeit der einzelnen Schichten Unterschiede aufweisen.



Die analysierte Probe entstammt dem folgenden Profil X von Burckhardt, und zwar der Schicht 4:

4. Etwa 5 m charakteristischer „gelber Löß".
3. 1—2 m grüne Mergelerde von unregelmäßiger Schichtung und Mächtigkeit, mit Spalten und Unebenheiten, welche von Schicht 4 ausgefüllt werden.
2. 1 m Übergang von braunem Löß in Schicht 3.
1. 1 m charakteristischer „brauner Löß".

Die Schlämmanalyse ergab folgende Zahlen:

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 3,92 g | 39,2 % |
| 2 „ | 3,72 „ | 37,2 % |
| 7 „ | 1,70 „ | 17,0 % |
| 25 „ | 0,33 „ | 3,3 % |
| Rückstand | 0,33 „ | 3,3 % |
| | 10,00 g | 100,0 % |

Hieraus ergeben sich folgende Korngrößen:

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0.05 mm | unter 0,01 mm |
| 3,3 | 3,3 | 17,0 | 37,2 | 39,2 |
| 23,6 | | | 76,4 | |

Die Bauschanalyse und die Prüfung auf Löslichkeit in verdünnten Säuren und Laugen ergab folgende Werte:

[1] Lehmann-Nitsche S. 170.

| | 1. Bausch-analyse | 2. In HCl löslich | 3. In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 62,49 | 10,49 | 5,19 |
| $TiO_2$ | 1,03 | — | — |
| $Al_2O_3$ | 14,95 | 2,83 | 1,95 |
| $Fe_2O_3$ | 6,45 | 3,05 | |
| $MgO$ | 1,35 | 0,77 | |
| $CaO$ | 1,98 | 1,48 | |
| $Na_2O$ | 2,99 | 0,60 | |
| $K_2O$ | 1,49 | 0,39 | |
| $H_2O$ (geb.) | 3,25 | | |
| $H_2O$ (120°) | 4,58 | | |
| | 100,56 | 19,61 | 7,14 |

1. 1,2038 g Substanz: 0,7523 g $SiO_2$; 0,2700 g $R_2O_3$, davon 0,0777 g $Fe_2O_3$ und 0,0124 g $TiO_2$; 0,0238 g $CaO$; 0,0450 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,5680 g Substanz: 0,0454 g KCl + NaCl, davon 0,0134 g KCl.
   1,3048 g Substanz: 0,0598 g $H_2O$ bei 120° weggehend.
   1,1316 g Substanz: 0,0886 g Glühverlust.
2. 1,0170 g Substanz: 0,1067 g $SiO_2$; 0,0598 g $R_2O_3$, davon 0,0310 g $Fe_2O_3$; 0,0150 g $CaO$; 0,0216 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,0490 g Substanz: 0,0183 g KCl + NaCl und 0,0213 g $K_2PtCl_6$.
3. 2,0900 g Substanz: 0,1085 g $SiO_2$ und 0,0400 g $R_2O_3$.

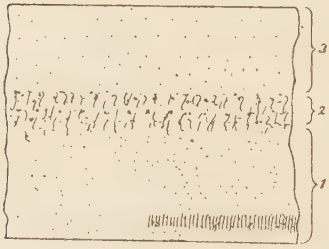
Die Umrechnung auf die getrocknete Substanz ergibt:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 65,47 | 10,99 | 5,44 |
| $TiO_2$ | 1,08 | — | — |
| $Al_2O_3$ | 15,66 | 2,96 | 2,00 |
| $Fe_2O_3$ | 6,75 | 3,20 | |
| $MgO$ | 1,42 | 0,81 | |
| $CaO$ | 2,07 | 1,55 | |
| $Na_2O$ | 3,13 | 0,62 | |
| $K_2O$ | 1,56 | 0,41 | |
| $H_2O$ | 3,40 | | |
| | 100,54 | 20,54 | 7,44 |

Daraus berechnen sich folgende Molekularverhältnisse:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 1,0912 | 0,1832 | 0,0907 |
| $TiO_2$ | 0,0135 | — | |
| $Al_2O_3$ | 0,1535 | 0,0290 | 0,0196 |
| $Fe_2O_3$ | 0,0422 | 0,0200 | |
| $MgO$ | 0,0355 | 0,0202 | |
| $CaO$ | 0,0370 | 0,0277 | |
| $Na_2O$ | 0,0505 | 0,0100 | |
| $K_2O$ | 0,0166 | 0,0044 | |

Dieser „gelbe Löß" enthält demnach ebensowenig Carbonate wie der meiste „braune Löß". Da sich noch nicht die Hälfte des vorhandenen Eisenoxyds in Salzsäure löst, kann der Verwitterungszustand der Probe kein sehr weit fortgeschrittener sein. Das Fehlen der Carbonate muß daher wohl schon in der ursprünglichen Beschaffenheit dieses Löß begründet sein.




Die zweite dem „gelben Löß" angehörige Probe entstammt dem Profil XI von Burckhardt, in dem der „braune Löß" nach oben allmählich in „gelben" übergeht.

3. 5 m typischer, sehr poröser, gelber Löß, der nach allen Richtungen von kleinen Röhrchen durchsetzt ist.
2. Übergangschicht von braunem in gelben Löß; weniger fest als 1.
1. Etwa 7 m ziemlich dichter brauner Löß, mit schwärzlichen Flecken.

Von der der Schicht 3 entstammenden Probe wurde nur eine Schlämmanalyse ausgeführt, die folgendes Ergebnis hatte:

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 2,00 g | 19'4 % |
| 2 „ | 2,84 „ | 27,5 % |
| 7 „ | 3,67 „ | 35,5 % |
| 24 „ | 1,62 „ | 15,7 % |
| Rückstand | 0,20 „ | 1,9 % |
| | 10,33 g | 100,0 % |

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| 1,9 | 15,7 | 35,5 | 27,5 | 19,4 |
| | 53,1 | | 46,9 | |

## Tosca von San Nicolas.

Im Anschluß an die Untersuchung der Lößproben vom rechten Paraná-Ufer wurde ferner eine Probe von den darin vorkommenden Toscas (Lößkindl) analysiert. Dieselbe entstammt dem „braunen Löß“ von San Nicolas, das ungefähr in der Mitte zwischen Tala und Alvear gleichfalls am rechten Paraná-Ufer liegt.

Für die chemische Analyse wurde, da es sich hier im wesentlichen um Carbonate handelt, während die Silikate nur als zufällige Beimengungen anzusehen sind, kein Aufschluß mit kohlensaurem Natron gemacht, sondern es wurde nur der Salzsäureauszug analysiert. Dazu wurden zunächst einige Stücke mit dem Hammer zerschlagen und in einer Reibschale grob gepulvert. Von der gut gemischten Substanz wurde dann eine Probe fünf Minuten mit 5-prozentiger Salzsäure ausgekocht. Der Rückstand wurde nicht wie in den vorhergehenden Analysen mit Natronlauge ausgezogen, sondern ausgewaschen und gewogen. Im Filtrat wurden Kalk und Magnesia bestimmt, nachdem Eisen und Tonerde ausgefällt und zusammen gewogen waren. Die Bestimmung

der Kohlensäure erfolgte in einer besonderen Probe nach der Methode von Fresenius-Classen.

Auf diese Weise erhielt ich folgende Werte:

| | |
|---|---|
| Ungelöster Rückstand | 27,21 |
| $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ | 1,55 |
| CaO | 37,24 |
| MgO | 0,48 |
| $CO_2$ | 29,21 |
| | 95,69 |

1,0420 g Substanz: 0,2835 g Rückstand; 0,0162 g $R_2O_3$; 0,3880 g CaO; 0,0136 g $Mg_2P_2O_7$.

0,5468 g Substanz: 0,1595 g $CO_2$ = 29,17 %.

0,5350 g Substanz: 0,1565 g $CO_2$ = 29,25 %.

Die fehlenden 4,31 % dürften auf hygroskopisches Wasser, organische Bestandteile und Alkalien zurückzuführen sein.

Auch hier wurde eine Carbonatbestimmung nach Lauffer und Wahnschaffe ausgeführt. Daraus ergaben sich an Kohlensäure gebunden:

| | |
|---|---|
| CaO | 37,32 |
| MgO | 0,18 |
| | 37,50 |

1,4422 g Substanz: 0,5382 g CaO und 0,0070 g $Mg_2P_2O_7$.

Das gefundene Calciumoxyd stimmt also mit der gesamten Kalkbestimmung innerhalb der Fehlergrenzen überein. Etwas Magnesia ist jedenfalls an Kieselsäure gebunden. Berechnet man die Menge Kohlensäure, die zur Bindung dieser 37,5 % Erdalkalioxyde erforderlich ist, so findet man 29,40 % $CO_2$, während die direkten Bestimmungen im Mittel 29,21 % ergaben. Der Unterschied liegt also ebenfalls innerhalb der Fehlergrenze. Die untersuchten Toscas bestehen daher aus rund 67 % Erdalkalicarbonaten und 33 % anderen Bestandteilen, die zum größten Teil in verdünnter Salzsäure unlöslich sind.

## Lößproben aus der Pampas-Formation von Córdoba.

Zum Schluß schien es noch von Interesse, als Gegenstück zu den Lößproben der von Lehmann-Nitsche durchforschten Gebiete vom rechten Paraná-Ufer zwischen Buenos-Aires und Rosario zwei Bodenproben aus der Pampas-Formation von Córdoba zu untersuchen, über welche die Beobachtungen und Theorien von Adolf Doering bereits zu Anfang kurz erwähnt worden sind.

Er vertritt die Ansicht, daß sich in verhältnismäßig junger Zeit vom Westen des Landes her gewaltige vulkanische Aschenregen über das südamerikanische Flachland ausgebreitet hätten und daß diese im Laufe der Jahrhunderte durch die Verwitterung chemisch veränderte Bimssteinasche das Ausgangsmaterial zu der späteren äolischen Anhäufung des Pampas-Löß gegeben hätte.

In der Pampas-Formation von Córdoba unterscheidet Doering[1] drei Abschnitte (Formationen, étages), deren jede wieder in mehrere ungleiche Unterabteilungen (divisions) zerfällt. Die oberste dieser Formationen (étage supérieur) hat eine Mächtigkeit von etwa 30 m und besteht in der Hauptsache aus Bimsstein und Löß. Die mittlere Abteilung (étage moyen), aus Geröllen und Flußsand bestehend, hat eine Mächtigkeit von etwa 10 m; in ihrer Mitte befindet sich eine 0,50 bis 2 m mächtige Lößschicht eingeschlossen, deren Unebenheiten von Flußsand ausgefüllt sind. Die unterste Formation (étage inférieur), über deren Mächtigkeit Doering noch keine genauen Angaben machen kann, besteht wie die erste

[1] Lehmann-Nitsche S. 172.

aus Löß und Bimssteinasche von etwas festerer Schichtung. Die Lager von Bimssteinasche sind hier jedoch häufiger und von etwas anderer Beschaffenheit. Für die Unterabteilung dieser verschiedenen Formationen, die in den verschiedenen Gegenden nur unwesentliche Abweichungen zeigen, gibt Doering folgendes schematische Profil:

a) 0,4 m Ackerboden (Reste von Menschen, Gegenstände von Ton und Kupfer).
b) 3 m äolischer Staublöß von heller Farbe (Reste von Menschen und Wirbeltieren; Landschnecken).
c) 0,05—0,15 m vulkanische Bimssteinasche ($\alpha$-Asche; Tosca).
d) 3 m äolischer Löß (wenig Fossilien).
e) 4 m äolischer Löß mit Andeutung von Schichtung (reichliche Fossilien von Menschen, Säugetieren, Landschnecken).
f) 0,5 m vulkanische Asche von dunkelgrüner Färbung[1] (Tosca und Gipsrosetten).
g) 5 m ungeschichteter äolischer Löß; weniger Gipsrosetten, nach unten Kiessand (Reste von Wirbeltieren).
h) 1—2 m sehr feiner Glimmersand (Mollusken).
i) 2,5 m abwechselnde gewellte Schichten von tonigem Sand und Schwemmlöß.
k) 1 m ungeschichteter äolischer Löß von dichterer Beschaffenheit (Reste von Menschen und Wirbeltieren).
l) 2,5 m geschichteter Flußlöß in Wechselschichten von bald sandigerem, bald tonigerem Charakter.
m) 4 m obere Bank von rötlichem Flußsand und Kies.
n) 0,5—2 m dichte Bank von sehr tonigem äolischen oder Flußlöß.

[1] Es sei hier auf den von Doering angegebenen und in der Einleitung dieser Arbeit charakterisierten Unterschied zwischen $\alpha$-Asche und $\beta$-Asche verwiesen.

o) 4 m untere Bank von Flußsand und Kies.

p) 10—15 m wechsellagernde Schichten von äolischem Löß, $\alpha$-Asche und $\beta$-Asche, Sand und Tosca.

q) 0,5—2 m zusammenhängende Schicht miteinander verkitteter Toscas.

(Die Schichten b—l bilden die obere, m—o die mittlere, p und q die untere Pampas-Formation.)

Die beiden von mir untersuchten Proben von dem Einschnitt der Bahn nach Malagüeno und dem Cañadón von Pucará in der Umgebung von Córdoba entsprechen den Doeringschen Schichten h—l.

**Einschnitt der Bahn nach Malagüeño.**

Die Probe, aus einer Tiefe von 20 m entnommen, besitzt eine hellbräunliche Farbe. Sie ist sehr porös, im übrigen aber sehr gleichmäßig zusammengesetzt. Schon mit bloßem Auge bemerkt man zahlreiche helle Glimmerblättchen. Im Gegensatz zu den früher beschriebenen Proben zerfällt sie im Wasser von selbst, verhält sich also in dieser Hinsicht ganz wie unsere Lösse.

Die mechanische Analyse ergab folgende Werte:

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 4,18 g | 39,3 % |
| 2 „ | 5,28 „ | 49,6 % |
| 7 „ | 0,80 „ | 7,5 % |
| 25 „ | 0,14 „ | 1,3 % |
| Rückstand | 0,25 „ | 2,3 % |
| | 10,65 g | 100,0 % |

Es ergeben sich daraus folgende Korngrößen:

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,2 bis 0,1 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| 2,4 | 1,3 | 7,5 | 49,6 | 39,2 |
| 11,2 | | | 88,8 | |

Im Vergleich zu den vorher beschriebenen Proben vom Paraná-Ufer ist die vorliegende wesentlich feinkörniger; sie entspricht auch in dieser Hinsicht ganz den deutschen Lössen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte sich auch hier neben Quarz und Feldspat besonders viel heller Glimmer, ebenso war auch Pyroxen vorhanden, dagegen wurden in dieser Probe keine verkieselten Pflanzenzellen beobachtet.

Die Analysen dieser Probe lieferten folgende Werte:

| | 1. Bausch-analyse | 2. In HCl löslich | 3. In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 55,54 | 6,48 | 1,15 |
| $TiO_2$ | 1,15 | — | — |
| $Al_2O_3$ | 19,24 | 3,30 | Spuren |
| $Fe_2O_3$ | 6,82 | 2,32 | |
| $MgO$ | 2,12 | 0,56 | |
| $CaO$ | 5,48 | 3,74 | |
| $Na_2O$ | 1,19 | 0,32 | |
| $K_2O$ | 0,93 | 0,56 | |
| $CO_2$ | 3,65 | 3,65 | |
| $H_2O$ (geb.) | 0,70 | — | |
| $H_2O$ (120°) | 3,49 | — | |
| | 100,31 | 20,93 | 1,15 |

1. 1,2658 g Substanz: 0,7030 g $SiO_2$; 0,3444 g $R_2O_3$, davon 0,0863 g $Fe_2O_3$ und 0,0146 g $TiO_2$; 0,0694 g $CaO$ 0,0740 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,2640 g Substanz: 0,0462 g $CO_2$.
   1,0976 g Substanz: 0,0383 g $H_2O$ bei 120° weggehend.
   1,0203 g Substanz: 0,0809 g Glühverlust.
   0,5258 g Substanz: 0,0194 g KCl + NaCl, davon 0,0076 g KCl.
2. 1,4423 g Substanz: 0,0935 g $SiO_2$; 0,0810 g $R_2O_3$, davon 0,0335 g $Fe_2O_3$; 0,0540 g $CaO$; 0,0225 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,0150 g Substanz: 0,0152 g KCl + NaCl und 0,0294 g $K_2PtCl_6$.
3. 1,0770 g Substanz: 0,0124 g $SiO_2$ und geringe Spuren $Al_2O_3$.

Berechnet man die zur Bindung an die gelösten Mengen von Erdalkalicarbonaten erforderliche Kohlensäure, so findet man für 3,74% CaO 2,93% $CO_2$, für 0,56% MgO 0,62% $CO_2$, im ganzen also 3,55% $CO_2$, während die direkte Kohlensäurebestimmung nach Geißler 3,65% $CO_2$ ergab. Die in Salzsäure löslichen Erdalkalioxyde liegen also auch hier ausschließlich als Carbonate vor. Von Silikaten ist verhältnismäßig wenig in Lösung gegangen.

Die Umrechnung auf die getrocknete Substanz liefert folgende Werte:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 57,54 | 6,71 | 1,19 |
| $TiO_2$ | 1,19 | — | |
| $Al_2O_3$ | 19,93 | 3,41 | Spuren |
| $Fe_2O_3$ | 7,07 | 2,40 | |
| MgO | 2,19 | 0,58 | |
| CaO | 5,67 | 3,86 | |
| $Na_2O$ | 1,23 | 0,31 | |
| $K_2O$ | 0,97 | 0,58 | |
| $CO_2$ | 3,78 | 3.78 | |
| $H_2O$ | 0,72 | — | |
| | 100,28 | 21,63 | 1,19 |

Daraus berechnen sich folgende Molekularverhältnisse:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 0,9590 | 0,1118 | 0,0198 |
| $TiO_2$ | 0,0149 | — | |
| $Al_2O_3$ | 0,1954 | 0,0334 | Spuren |
| $Fe_2O_3$ | 0,0442 | 0,0150 | |
| MgO | 0,0547 | 0,0145 | |
| CaO | 0,1012 | 0,0689 | |
| $Na_2O$ | 0,0198 | 0,0050 | |
| $K_2O$ | 0,0103 | 0,0062 | |
| $CO_2$ | 0,0859 | 0,0859 | |

### Cañadón von Pucará.

Die vom Cañadón von Pucará stammende Probe war einer Tiefe von 25 m entnommen. Sie gleicht im Äußeren vollkommen der vorher beschriebenen. Wie diese enthält sie zahlreiche Glimmerblättchen, die schon mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden können. In Wasser gelegt, zerfällt sie ebenfalls von selbst.

Die Schlämmanalyse ergab folgende Werte:

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 2,60 g | 24,8 % |
| 2 „ | 5,65 „ | 53,8 % |
| 7 „ | 1,05 „ | 10,0 % |
| 25 „ | 0,47 „ | 4,5 % |
| Rückstand | 0,73 „ | 6,9 % |
| | 10,50 g | 100,0 % |

Dies entspricht den Korngrößen

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,2 bis 0,1 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| 6,9 | 4,5 | 10,0 | 53,8 | 24,8 |
| 21,4 | | | 78,6 | |

Bei der Untersuchung mit dem Mikroskop wurden neben Quarz, Orthoklas und viel Muskowit noch Plagioklas, Pyroxen, Hornblende und Zirkon beobachtet. Die früher erwähnten verkieselten Pflanzenzellen waren auch in dieser Probe vorhanden.

Die Bauschanalyse und die Prüfung auf Löslichkeit in verdünnten Säuren und Laugen ergab folgende Werte:

| | 1. Bausch-analyse | 2. In HCl löslich | 3. In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 57,92 | 12,78 | 7,61 |
| $TiO_2$ | 0,83 | Spuren | |
| $Al_2O_3$ | 17,16 | 5,23 | 2,73 |
| $Fe_2O_3$ | 5,99 | 3,60 | |
| $MgO$ | 2,93 | 1,33 | |
| $CaO$ | 2,40 | 1,29 | |
| $Na_2O$ | 3,29 | 0,14 | |
| $K_2O$ | 1,46 | 0,42 | |
| $CO_2$ | 3,09 | 3,09 | |
| $H_2O$ (geb.) | 1,02 | | |
| $H_2O$ (120°) | 3,98 | | |
| | 100,07 | 27,88 | 10,34 |

1. 1,0824 g Substanz: 0,6269 g $SiO_2$; 0,2596 g $R_2O_3$, davon 0,0648 g $Fe_2O_3$ und 0,0090 g $TiO_2$; 0,0260 g $CaO$; 0,0875 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,4968 g Substanz: 0,0423 g $KCl + NaCl$, davon 0,0115 g $KCl$.
   0,5558 g Substanz: 0,0221 g $H_2O$ bei 120° weggehend.
   0,5974 g Substanz: 0,0483 g Glühverlust.
   2,6233 g Substanz: 0,0889 g $CO_2$.
   3,5616 g Substanz: 0,0995 g $CO_2$.
2. 1,0254 g Substanz: 0,1310 g $SiO_2$; 0,0906 g $R_2O_3$, davon 0,0369 g $Fe_2O_3$; 0,0133 g $CaO$; 0,0377 $Mg_2P_2O_7$.
   0,9483 g Substanz; 0,0088 g $KCl + NaCl$ und 0,0205 g $K_2PtCl_6$.
3. 2,2708 g Substanz: 0,1728 g $SiO_2$ und 0,0620 g $Al_2O_3$.

Die Probe unterscheidet sich also von den Proben Tala 1 und Alvear 6 nur durch einen geringen Gehalt an Carbonaten, die bei jenen fast gänzlich fehlen. Die zur Bindung an die in der salzsauren Lösung gefundenen Mengen von Kalk und Magnesia erforderliche Kohlensäure berechnet sich zu 1,01% für $CaO$ und 1,45% für $MgO$, im ganzen also 2,46%, während bei der direkten Bestimmung nach Geisler 3,09% $CO_2$ gefunden wurden. Die in Lösung gegangenen Erdalkalien sind also in vorliegendem Falle ausschließlich Car-

bonate, während bei den vorhergehenden Proben meist etwas Kalk und Magnesia in Form leichtlöslicher Silikate vorlag. Im übrigen sind die Löslichkeitsverhältnisse dieser Probe denen von Tala und Alvear ziemlich ähnlich. Die Umrechnung auf die bei 120° getrocknete Substanz ergibt folgende Werte:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 60,32 | 13,31 | 7,92 |
| $TiO_2$ | 0,86 | — | — |
| $Al_2O_3$ | 17,87 | 5,45 | 2,84 |
| $Fe_2O_3$ | 6,24 | 3,75 | |
| $MgO$ | 3,05 | 1,39 | |
| $CaO$ | 2,50 | 1,34 | |
| $Na_2O$ | 3,43 | 0,15 | |
| $K_2O$ | 1,52 | 0,44 | |
| $CO_2$ | 3,22 | 3,22 | |
| Glühverlust | 1,06 | — | |
| | 100,07 | 29,05 | 10,76 |

Aus diesen Werten berechnen sich die Molekularverhältnisse zu folgenden Zahlen:

| | Bausch-analyse | In HCl löslich | In NaOH löslich |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 1,0053 | 0,2218 | 0,1320 |
| $TiO_2$ | 0,0107 | — | |
| $Al_2O_3$ | 0,1752 | 0,0534 | 0,0278 |
| $Fe_2O_3$ | 0,0390 | 0,0234 | |
| $MgO$ | 0,0762 | 0,0347 | |
| $CaO$ | 0,0446 | 0,0239 | |
| $Na_2O$ | 0,0553 | 0,0024 | |
| $K_2O$ | 0,0162 | 0,0047 | |
| $CO_2$ | 0,0732 | 0,0732 | |

**Schlämmanalysen von rheinischem Löß.**

Da von dem Löß der oberrheinischen Tiefebene bisher noch keine Schlämmanalysen vorliegen, habe ich

einige der von Schering untersuchten Lösse und Lehme der mechanischen Analyse unterworfen und dabei folgende Zahlen erhalten:

### Löß von Wasenweiler.

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 1,77 g | 17,7 % |
| 2 „ | 5,88 „ | 58,8 % |
| 7 „ | 2,10 „ | 21,0 % |
| 25 „ | 0,21 „ | 2,1 % |
| Rückstand | 0,04 „ | 0,4 % |
| | 10,00 g | 100,0 % |

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| 0,4 | 2,1 | 21,0 | 58,8 | 17,7 |
| 23,5 | | | 76,5 | |

### Löß von Ringsheim.

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 1,80 g | 18,0 % |
| 2 „ | 5,55 „ | 55,4 % |
| 7 „ | 2,21 „ | 22,0 % |
| 25 „ | 0,46 „ | 4,6 % |
| Rückstand | — | — |
| | 10,02 g | 100,0 % |

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| — | 4,6 | 22,0 | 55,4 | 18,0 |
| 26,6 | | | 73,4 | |

Lößlehm von Gottenheim.

| Schlämmgeschwindigkeit | | |
|---|---|---|
| 0,2 mm | 3,30 g | 32,8 % |
| 2 „ | 2,91 „ | 28,9 % |
| 7 „ | 2,53 „ | 25,2 % |
| 25 „ | 0,59 „ | 5,9 % |
| Rückstand | 0,73 „ | 7,2 % |
| | 10,06 g | 100,0 % |

| Sand | | | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|---|
| über 0,2 mm | 0,1 bis 0,2 mm | 0,05 bis 0,1 mm | 0,01 bis 0,05 mm | unter 0,01 mm |
| 7,2 | 5,9 | 25,2 | 28,9 | 32,8 |
| 38,3 | | | 61,7 | |

In der folgenden Übersicht sind alle ausgeführten Schlämmanalysen in etwas vereinfachter Form nochmals zusammengestellt. Zur Vergleichung sind außerdem noch einige Analysen norddeutscher Lösse beigefügt[1].

| Fundort | Sand | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|
| | über 0,05 mm | 0,01—0,05 mm | unter 0,01 mm |
| Tala 1 | 50,8 | 30,3 | 18,9 |
| Tala 4 | 59,8 | 26,5 | 13,7 |
| Alvear 2 | 44,7 | 37,2 | 18,1 |
| Alvear 6 | 48,2 | 32,3 | 19,5 |
| Rosario X, 4 | 23,6 | 37,2 | 39,2 |
| Rosario IX, 3 | 53,1 | 27,5 | 19,4 |
| Malagüeño | 11,2 | 49,6 | 39,2 |
| Pucará | 21,4 | 53,8 | 24,8 |
| Wasenweiler | 23,5 | 58,8 | 17,7 |
| Ringsheim | 26,6 | 55,4 | 18,0 |

[1] Wahnschaffe: „Die Quartärbildungen der Umgebung von Magdeburg.“ Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Bd. 7, Heft 1, S. 28. (1885.)

| Fundort | Sand | Tonhaltige Teile | |
|---|---|---|---|
| | über 0,05 mm | 0,01—0,05 mm | unter 0,01 mm |
| Gottenheim (Lehm) | 38,3 | 28,9 | 32,8 |
| Ebendorf | 27,5 | 55,3 | 17,2 |
| Bornstedt | 13,9 | 72,4 | 13,7 |
| Irxleben | 40,4 | 68,1 | 21,5 |
| Hundisburg | 23,6 | 71,3 | 15,1 |
| Streng-Nauendorf | 14,2 | 64,5 | 21,3 |
| Alsleben | 15,6 | 63,1 | 21,3 |
| Pfaffendorf | 11,4 | 56,5 | 32,1 |
| Kieritzsch | 18,7 | 63,5 | 17,8 |
| Gestewitz | 21,3 | 56,6 | 22,1 |
| Zwenkau | 25,4 | 52,6 | 22,0 |

Wie man aus diesen Zahlen ersieht, stimmen in bezug auf die Korngröße nur die beiden Proben von Córdoba mit den deutschen Lössen überein, denen sie auch insofern gleichen, als sie die einzigen sind, die im Wasser von selbst zerfallen. Alle übrigen Proben vom Paraná-Ufer zwischen Rosario und Buenos-Aires besitzen ein sehr erheblich gröberes Korn. Trotzdem ist nach ihrem Aussehen sowohl wie auch wegen dem massenhaften Vorkommen verkieselter Pflanzenzellen und vor allem nach ihrer Fossilführung an ihrer subaerischen Entstehung nicht zu zweifeln. Die verschiedene Korngröße ist vielleicht in folgender Weise zu erklären: In dem weit im Innern des Landes gelegenen Córdoba mit sehr trockenem Klima ist der Löß in unverändertem Zustand abgelagert worden. In dem feuchteren Klima der weiter östlich gelegenen Gebiete sind dagegen während oder kurz nach der Ablagerung die feinsten Teilchen durch Regengüsse ausgewaschen und von den Flüssen weggeführt worden.

In chemischer Hinsicht unterscheidet sich der argentinische Löß vom deutschen vor allem durch seinen geringen oder ganz fehlenden Gehalt an Carbonaten, wie die folgende Tabelle zeigt:

| | |
|---|---|
| Tala 1 | 1,6 % |
| Tala 4 | 28,3 % |
| Alvear 2 | 4,7 % |
| Alvear 6 | — |
| Rosario 4 | — |
| Malagüeño | 7,9 % |
| Pucará | 5,3 % |

Deutsche Lösse enthalten durchschnittlich 25 -30 % Carbonate. Einen so hohen Betrag erreicht nur die eine Probe Tala 4. Dies Fehlen der Carbonate kann nun wohl wenigstens zum Teil auf Verwitterung zurückgeführt werden. Die hierbei entstehenden Lößlehme enthalten auch bei uns keine oder doch nur sehr wenig Carbonate.

Zum größten Teil rührt es aber doch wohl auch von einer anderen Beschaffenheit des Ursprungsmaterials her. Der norddeutsche Löß wird bekanntlich als das Ausblasungsprodukt der Grundmoränen des nordischen Inlandeises angesehen, während der Löß der oberrheinischen Tiefebene wohl den Moränen der alpinen Gletscher entstammt. Sowohl die norddeutschen wie die alpinen Moränen enthalten neben Kalksteinen vorzugsweise saure Gesteine, Granite, Porphyre und dergleichen. Im Gegensatz hierzu soll der argentinische Löß nach Doering in erster Linie basischen Gesteinen (Basalten) seinen Ursprung verdanken.

Ein weiterer Unterschied des argentinischen Löß gegenüber dem deutschen liegt in seinem erheblich höheren Gehalt an Tonerde, sowie in seiner viel größeren Löslichkeit in Salzsäure, wenn man hierbei die Carbonate unberücksichtigt läßt. Ersteres deutet wieder auf ein verschiedenes Ursprungsmaterial, letzteres auf leichtere Zersetzbarkeit der Silikate oder einen höheren Verwitterungsgrad. Die verhältnismäßig große Löslichkeit in Natronlauge deutet auf eine Art lateritischer Verwitterung hin.

Alle diese Tatsachen stehen in bestem Einklang mit der von Doering ausgesprochenen Ansicht über die Entstehung des argentinischen Löß, die also in den hier mitgeteilten Untersuchungen eine sehr wesentliche Stütze findet. Eine endgültige Entscheidung kann aber erst die chemische und mikroskopische Untersuchung einer weit größeren Zahl von Proben namentlich aus der Umgebung von Córdoba erbringen.

Zur besseren Übersicht seien die Ergebnisse meiner Analysen hier nochmals kurz zusammengestellt. Die Zählung ist immer die gleiche, und zwar bedeutet:

1. Löß von Tala 1.
2. „ „ Tala 4.
3. „ „ Alvear 2.
4. „ „ Alvear 6.
5. „ „ Rosario 4.
6. „ „ Malagüeño.
7. „ „ Cañadón von Pucará.

Sämtliche Werte beziehen sich auf die getrocknete Substanz. Die Analyse der Tosca ist hier weggelassen.

Bauschanalysen:

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 62,8 | 43,3 | 71,7 | 64,0 | 65,5 | 57,5 | 60,3 |
| $TiO_2$ | 1,1 | 0,6 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 0,9 |
| $Al_2O_3$ | 16,7 | 13,1 | 12,0 | 16,1 | 15,7 | 19,9 | 17,9 |
| $Fe_2O_3$ | 5,1 | 3,0 | 5,0 | 5,1 | 6,8 | 7,1 | 6,2 |
| $MgO$ | 2,1 | 0,9 | 1,0 | 1,4 | 1,4 | 2,2 | 3,1 |
| $CaO$ | 3,5 | 20,5 | 4,0 | 2,3 | 2,1 | 5,7 | 2,5 |
| $Na_2O$ | 1,9 | 0,6 | 1,4 | 3,5 | 3,1 | 1,2 | 3,4 |
| $K_2O$ | 1,3 | 1,2 | 1,9 | 3,1 | 1,6 | 1,0 | 1,5 |
| $CO_2$ | 0,8 | 12,5 | 2,1 | — | — | 3,8 | 3,2 |
| $H_2O$ | 5,3 | 5,0 | 0,5 | 3,4 | 3,4 | 0,7 | 1,1 |
| | 100,6 | 100,7 | 100,5 | 99,8 | 100,7 | 100,3 | 100,1 |

Analysen des in Salzsäure löslichen Teiles:

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 16,1 | 16,5 | 11,2 | 26,0 | 11,0 | 6,7 | 13,3 |
| $Al_2O_3$ | 4,3 | 6,3 | 4,2 | 16,2 | 3,0 | 3,4 | 5,5 |
| $Fe_2O_3$ | 3,2 | 3,1 | 2,3 | 3,6 | 3,2 | 2,4 | 3,8 |
| $MgO$ | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 1,4 |
| $CaO$ | 1,4 | 20,1 | 3,2 | 1,4 | 1,6 | 3,9 | 1,3 |
| $Na_2O$ | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 3,0 | 0,6 | 0,3 | 0,2 |
| $K_2O$ | 0,5 | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 0,4 | 0,6 | 0,4 |
| $CO_2$ | 0,8 | 12,5 | 2,1 | — | — | 3,8 | 3,2 |
| | 27,2 | 61,1 | 25,7 | 52,6 | 20,6 | 21,7 | 29,1 |

Zusammensetzung des in Natronlauge löslichen Teils:

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 9,3 | 5,2 | 7,8 | 7,5 | 5,4 | 1,2 | 7,9 |
| $Al_2O_3$ | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,7 | 2,0 | Spur. | 2,8 |
| | 11,1 | 7,1 | 9,7 | 10,2 | 7,4 | 1,2 | 10,7 |

Zur Vergleichung sind nachstehend die Analysen einiger deutschen Lösse und Lehme zusammengestellt[1]. Es bedeutet die Zählung:

1. Höhnheim bei Straßburg.
2. Mauer a. d. Elsenz (Baden).
3. Haarlaß bei Heidelberg.
4. Umstadt (Hessen-Darmstadt) I.
5. Heidingsfeld bei Würzburg.
6. Langen-Weddingen bei Magdeburg.
7. Wasenweiler I.
8. Ringsheim I.
9. Wasenweiler II.
10. Ringsheim II.

[1] Schering: „Untersuchungen über Löß und Lehm.“ Dissertation Freiburg i. Br. 1909.

11. Gottenheim.
12. Altkirch (Elsaß).
13. Ziegelhausen bei Heidelberg.
14. Umstadt (Hessen-Darmstadt) II.
15. Haida (Sachsen).

Die Proben 1—8 sind frischer Löß, 9—15 dagegen mehr oder weniger verlehmtes Material.

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 54,4 | 52,4 | 56,4 | 56,6 | 54,5 | 67,5 | 49,9 | 50,9 | 54,0 | 64,7 | 73,2 | 73,1 | 75,2 | 73,6 | 79,3 |
| $TiO_2$ } | 8,1 | 6,6 | 7,5 | 7,5 | 7,8 | 7,3 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 13,1 | 10,0 | 11,4 | 10,5 |
| $Al_2O_3$ } | | | | | | | 6,4 | 6,1 | 8,3 | 7,4 | 9,8 | | | | |
| $Fe_2O_3$ | 2,3 | 2,8 | 2,4 | 3,0 | 4,6 | 3,0 | 3,4 | 3,5 | 5,1 | 4,0 | 6,8 | 5,0 | 5,7 | 4,4 | 2,3 |
| $FeO$ | 0,8 | — | 0,7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $MnO$ | — | — | 0,1 | 0,2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $MgO$ | 3,6 | 2,9 | 2,6 | 2,2 | 2,2 | 1,5 | 3,2 | 3,0 | 3,1 | 2,1 | 1,3 | 0,5 | 0,7 | 1,4 | 0,5 |
| $CaO$ | 14,4 | 16,8 | 14,0 | 12,6 | 14,8 | 8,4 | 17,5 | 17,5 | 13,0 | 8,0 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 1,3 | 0,6 |
| $Na_2O$ | 1,7 | 1,3 | 1,3 | 0,3 | 0,9 | 1,3 | 1,0 | 1,1 | 0,8 | 1,0 | 1,6 | 1,9 | 1,3 | 1,2 | 1,0 |
| $K_2O$ | 2,0 | 1,2 | 3,7 | 1,5 | 1,2 | 2,5 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 2,1 | | 4,0 | 1,4 | 2,4 |
| $P_2O_5$ | — | 0,4 | — | 0,1 | 0,1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $CO_2$ | 12,0 | 13,9 | 11,7 | 10,4 | 12,9 | 7,1 | 15,6 | 15,3 | 11,9 | 6,6 | 0,2 | 5,4 | 2,8 | 5,2 | 2,8 |
| $H_2O$ | 1,6 | 0,8 | 2,4 | 6,0 | 0,7 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,9 | 1,4 | 2,8 | | | | |
| Org. Sbst. | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,4 | 2,3 | 0,6 | — | — | — | — |
| | 100,9 | 99,1 | 102,8 | 100,4 | 99,7 | 100,1 | 100,5 | 100,7 | 100,9 | 100,2 | 100,3 | 99,9 | 100,4 | 99,9 | 99,4 |

Die vorstehende Arbeit wurde in dem chemischen Laboratorium (Abteilung der naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät) der Universität Freiburg i. Br. auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. Meigen von mir ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank für die vielfache Hilfe und Unterstützung auszusprechen, die er mir im Verlauf der Arbeit freundlichst zuteil werden ließ.